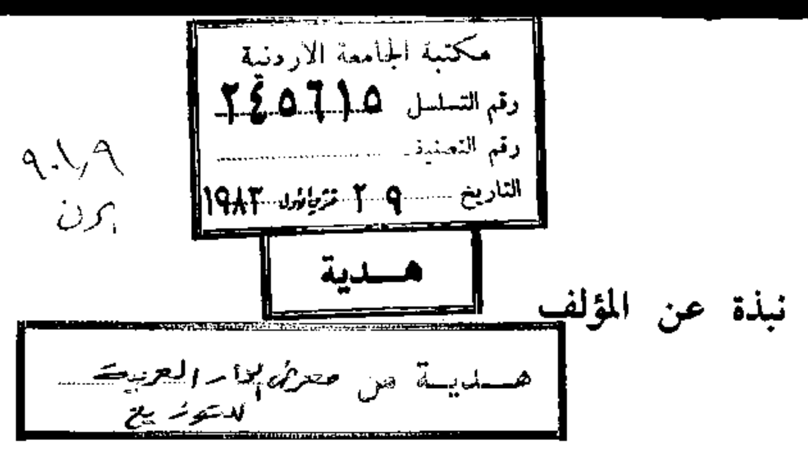


المؤسسة
العربية
للدراسات
والنشر

العلم في التاريخ

المجلد الثاني

تأليف: ج. د. برنال ترجمة: د. شكري ابراهيم سعد



نبذة عن المؤلف

ولد جون ديزموند برنال بايرلندة عام ١٩٠١ ، وتلقى معظم تعليمه بانجلترا ، حيث درس الفيزياء بكلية ايمانويل بكمبريدج . باشر برنال اول ابحاثه المنتظمة بمختبر دافي ـ فاراداي تحت اشراف سير وليم براج ، وقد عاد بعد ذلك الى كمبريدج محاضرا ، ثم اصبح المدير المساعد للابحاث في علم البللورات (١٩٢٧ ـ ٣٧) . وفي عام ١٩٣٧ انتخب زميلا بالجمعية الملكية ، وفي نفس العام عين رئيسا لقسم الفيزياء بكلية بيركبك بجامعة لندن . وعندما استحدث قسم علم البللورات في عام ١٩٦٣ نقل رئيسا له . وخلال الحرب اصبح الاستاذ برنال مستشارا علميا لرئيس العمليات المشتركة . وفي عام ١٩٤٥ عين رئيسا للجنة الاستشارية العلمية لوزارة العمال ، موجها خدماته بعد ذلك الى المجلس الاستشاري للبناء . وهو عضو خارجي بأكاديميات العلوم بالاتحاد السوفييتي وهنجاريا وبولندة ورومانيا وبلغاريا وتشيكوسلوفاكيا والمانيا والنرويج ، وقد كرمته كثيرات من الجامعات الأجنبية .

امتدت ابحاث الاستاذ برنال الى جميع معالم علم البللورات ، وخاصة استخدام الأجهزة والمجموعات المتناسقة ، وتركيبات المواد بجميع انواعها . وقد قام بفحص الكثير من المواد ـ البيولوجية المعقدة وحقق في هذا المجال اسهامات اساسية ، كما حقق مؤخرا انجازات كبيرة في موضوع اصل الحياة ، وموضوع المجموعة الشمسية . ويدير برنال مختبرا يعنى ضمن ما يعنى بتركيب المنتجات الصناعية . وقد عني برنال دائما بتاريخ العلم ، ماضيه وحاضره ومستقبله وتفاعله بالمجتمع . وفي عام ١٩٥٣ منح برنال جائزة لينين للسلام ، كما منح ميدالية جروتياس عام ١٩٥٩ .

وبرنال هو مؤلف كتاب العالم : الجسد والشيطان (١٩٢٩) وكتاب الوظائف الاجتماعية للعلم (١٩٣٩) ، وحرية الحاجة (١٩٤٩) ، والأصل الفيزيائي للحياة (١٩٥١) ، والعلم والصناعة في القرن التاسع عشر (١٩٥٣) ، والعلم في التاريخ (١٩٥٤) وقد روجع عام ١٩٥٧ وعام ١٩٦٥ ، وعالم بلا حروب (١٩٥٨) وروجع عام ١٩٦٠ ، واصل الحياة (١٩٦٧) .

عرفان وتقدير

كانت كتابة هذا الكتاب امرا مستحيلا بالنسبة لي بدون مساعدة الكثيرين من أصدقائي وزملائي الأعضاء بكلية بيركبك ، الذين زودوني بآرائهم وأرشدوني إلى مصادر المعلومات .

واتوجه بالشكر الى د . أ . هـ . س . بيرهوب ، والى مستر بيرنز ، والاستاذ ف . ج . شيلد ، والمستر موريس كافورث ، والمستر سيدريك دوفر ، والمستر ر . بالم دات ، ود . د .ر . نيوث ، د . م . روثمان ، والاستاذ ج . تومسون ودونا تور . لقد اطلعوا على فصول مختلفة من هذا الكتاب وعلقوا عليها في المراحل الاولى ، وقد حاولت أن أعيد كتابتها في ضوء ما أثير من نقد . ولم يطلع أحد على أية حال على العمل في صورته الأخيرة ،وهم ليسوا مسؤولين عن أي من البيانات أو الآراء التي عبرت عنها في هذا الكتاب .

ويطيب لي أيضا بوجه خاص ، أن أعبر عن شكري لسكرتيرتي الآنسة أ . ريمال ومساعدتيها السيدة ج . فيرجوسون والانسة ر . كلايتون لما قدّمنه من عون في الاعداد الفني للكتاب والفهرس ، وهي مهمة ضخمة ، إذ أن الكتاب قد أعيد كتابته حوالى ست مرات .

أوجه الشكر أيضا إلى رجال وموظفي مكتبة الجمعية الملكية ومكتبة جمعية الاطباء الملكية ، ومكتبة جامعة لندن ، ومكتبة كلية بيركبك ، ومكتبة مدرسة الدراسات الشرقية والأفريقية ، والى مدير ورجال متحف العلوم بلندن .

وأخيرا ، أود أن أعبر عن امتناني إلى مساعدي المستر فرنسيس أبراهاميان الذي لم يأل جهدا في البحث عن الكتب وجمعها ، وغيرها من المواد التي تطلبها العمل ، وكذلك تصحيح النسخة الخطية وبروفات الطبع . إني لم أكن لأحاول كتابا من هذا الحجم دون مساعدته .

ج . د . ب .   ١٩٥٤

(عرفان وتقدير) للطبعة المصورة

أودّ قبل كل شيء ، بمناسبة إعداد هذه الطبعة المصورة ، من كتاب « العلم في المجتمع » أن أشكر لولين رومان ، الذي قام باختيار اللوحات وكتابة العناوين .

وأود أيضا أن أشكر آن موراي التي تولت مسؤولية تنسيق الربط بين كل التعديلات في المؤلف ذي الأربعة مجلدات ، ولتصحيحها بروفات الطبع .

وأخيرا ؛ أوجه الشكر إلى مساعدي الشخصي ، فرانسيس أبراهاميان ، الذي قدم المشورة للناشرين عند كل مراحل إنتاج هذه الطبعة .

ج . د . ب .
١٩٦٨



ملحوظة

تحاشيت في الطبعة الأولى أن أستعمل التذييلات . إلا أنني في الطبعات التي تلت لجأت الى استخدام هذه الملاحظات ، وهي تحمل علامة* او العلامة+ (اذا ضمت الصفحة الواحدة اكثر من ملاحظة) . وقد جمعت الملاحظات الواردة في كل مجلد لتذكر في آخر هذا المجلد ، على أن يرجع الى كل منها باستخدام رقم الصفحة التي وردت بها .

وتشير الارقام التي ترد في بعض صفحات الكتاب الى رقم الكتاب المرجع ، توجد ارقام الكتب هذه في آخر المجلد ايضا ، والكتب المراجع هذه ثمانية أجزاء تناظر الأجزاء الثمانية لكتابنا هذا . فالمجلد الاول يحتوي على الأجزاء ١ ـ ٣ ، ويحتوي المجلد الثاني على الجزءين ٤ ـ ٥ ، ويحتوي المجلد الثالث على الجزء ٦ ، ويحتوي المجلد الرابع على الجزءين ٧ ـ ٨ .

ينقسم الجزء ١ من كتب المراجع الى ثلاثة قطاعات . ويحتوي القطاع الاول على الكتب التي تغطي العمل كله ، بما في ذلك التواريخ العامة للعلم ، ويحتوي القطاع الثاني على تواريخ علوم معينة والكتب المتعلقة بالجزء ١ . أما القطاع الثالث فيضم قائمة بالدوريات التي اتخذت مراجع في هذا الكتاب .

وينقسم كل من الأجزاء ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، من كتب المراجع الى قطاعين . ويضم القطاع الاول في كل جزء أهم كتب المراجع المتعلقة بهذا الجزء ، أما بقية الكتب فتقع في القطاع الثاني .

وفي الجزء ٦ من كتب المراجع ، يحتوي القطاع الاول على الكتب التي تغطي المقدمة والفصل ١٠ الخاص بالعلوم الفيزيائية ، ويحتوي القطاع الثاني على الكتب المتعلقة بالفصل ١١ الخاص بالعلوم البيولوجية .

وفي الجزء ٧ من كتب المراجع نجد الكتب التي تغطي المقدمة والفصلين ١٢ ، ١٣ ، الخاصين بالعلوم الاجتماعية .

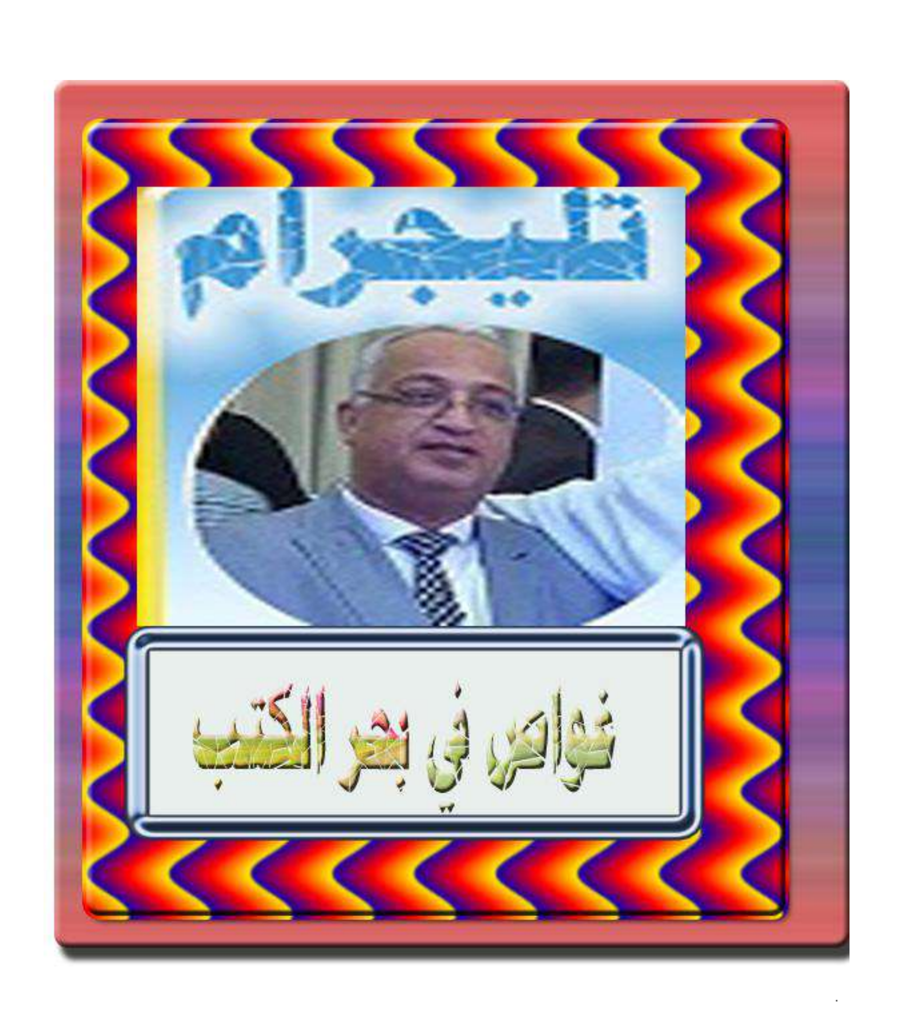
ويحتوي الجزء ٨ من كتب المراجع على الكتب التي تغطي الفصل ١٤ الخاص (بالخاتمة) .

ويجري نظام الرجوع على الوجه التالي : يشير الرقم الاول الى الجزء من كتاب المراجع، ويشير الرقم الثاني الى رقم الكتاب في هذا الجزء، ويشير الرقم الثالث إن وجد ، إلى رقم الصفحة في الكتاب المعني . فمثلا ٢ ـ ٥ ـ ٥٦ تشير الى الصفحة ٥٦ من الصنف رقم ٥ من كتب المراجع للجزء ٢ ، أي كتاب « Science in antiquity » لمؤلفه دارنجتون .



الجزء ٤

مولد العلم الحديث


تليجرام
غواص في بحر الكتب

مقدمة الجزء ٤

كان من الضروري ان يؤدي النمو المطرد في إنشاء المدن وتطور أساليب الصناعة والتجارة في أواخر القرون الوسطى الى عدم التوافق مع النظام الأقتصادي الاقطاعي . وتم هذا النمو ببطء تحت نظر النفوذ الأقطاعي ، ولكنه ظهر اخيراً على السطح واثبت جدارته ، ومن مكان الى مكان احتفل بمولد نظام جديد في الأقتصاد ، وباستعمال الوسائل التكنيكية الجديدة في شق الطرق ووسائل المواصلات وانتشار الأسواق واتساعها ازداد انتاج السلع وتسويقها .

لعبت المدن حيث اقيمت هذه الاسواق دوراً ثانوياً ، ولكنه كان طفيلياً على الأقتصاد الاقطاعي ، وفي القرن الخامس عشر ظهرت ونمت الطبقة البرجوازية بحيث اصبحت قادرة على تحويل هذا النظام الاقتصادي الى اقتصاد آخر يعتمد على دفع اجور العمال بدلاً من السخرة للحصول على الحاجات الضرورية .

لم يتم انتصار البرجوازية والرأسمالية في النظام الأقتصادي الجديد إلا بعد حدوث ثورات سياسية ودينية وثقافية ، وكان من الطبيعي ان تتم عملية التحول ببطء وبغير نظام ، فقد بدأت في القرن الثالث عشر ولكنها لم تظهر في ايطاليا إلا في القرن السابع عشر عندما استطاع البرجوازيون أن يثبتوا أقدامهم ويفرضوا قوانينهم حتى في اكثر الممالك تحضراً في ذلك الوقت مثل انكلترا وهولندا ، ولم تنتشر هذه القوانين في اوروبا إلا بعد مرور مائتين من السنين .

إن الفترة الزمنية ٦٤٥ ـ ٦٩٠ التي عاصرت الرأسمالية والطرق الجديدة من الانتاج هي نفسها الفترة التي شاهدت الطرق التجريبية والحسابية في العلوم الطبيعية . لم يكن هذا التحول بسيطاً فقد أدى التغير في الطرق الفنية الى ظهور العلم ، وبالتالي أدى العلم الى ظهور وسائل جديدة في الطرق الفنية .

ان هذه الثورة الفنية الاقتصادية العلمية لهي ظاهرة اجتماعية فريدة ، كان أثرها اعمق من اكتشاف الزراعة نفسها التي جعلت قيام المدينة ممكناً ، ولكن بالعلم اصبحت امكانيات التقدم بغير حدود .

ان مشكلة مولد العلم الحديث من اهم مشكلات التاريخ ، وفي هذا الموضوع كتب الاستاذ بترفيلد Butter field ١-٤ يقول :

« اشرقت الثورة العلمية . . وانارت كل شيء منذ ظهور المسيحية ، وحجبت آثار عهدي النهضة والاصلاح التي كانت مجرد ومضات في النظم الدينية للقرون الوسطى ، ومن العسير إيجاد مجال آخر مثل هذا النرى فيه بوضوح العمليات الدقيقة التي حجبت تحتها هذا التحول التاريخي وهذا التطور في نبوغ الفكر الانساني » .

وبالرغم من انني لا أوافق الاستاذ بترفيلد على هذا التحول إلا انني اوافقه تماماً على أهمية المشكلة .

الرأسمالية والعلم مرتبطان في نموهما ، ويمكن اظهار هذه العلاقة على شكل المؤثر والتأثير . ويمكن القول انه في بداية الأمر كان العامل الاقتصادي هو السائد . إن الظروف التي من اجلها ظهرت الرأسمالية هي نفسها التي اتاحت للعلم التجريبي الظهور، وفي نهاية هذا العصر ظهر العكس تماماً . أدى نجاح العلم التجريبي الى التقدم العظيم في التكنولوجيا والثورة الصناعية . وفي هذه الفترة مرت العلوم الطبيعية بأصعب مراحلها ، حيث اكدت ضرورتها كجزء من القوى المنتجة في المجتمع . وعلى مر العصور اثبتت هذه الحقيقة اهميتها على جميع الأحداث السياسية والأقتصادية ، وهي تمثل للرأسمالية خطوة مرحلية على طريق التطور الأقتصادي للمجتمع ، بينما يثبت العلم انه ضرورة دائمة للبشرية ، واذا كانت الرأسمالية قد أتاحت للعلم الوجود ، فالعلم بدوره قد اكد عدم ضرورة الرأسمالية .

كانت الرأسمالية في المراحل الأولية قوية وسائدة حيث بدأت تحطم القيود حول الأقطاع المحتضر ، وباستعمال الوسائل المتطورة في العصور الوسطى استطاعت الزراعة والصناعة والتجارة النمو والأنتشار في مساحات كبيرة ، وأدى التطور والنمو في الأقتصاديات الى زيادة استهلاك المواد الأمر الذي اقتضى التطور في طرق البحث والتطبيق وخاصة البحث عن المعادن والأدوات اللازمة للملاحة والحروب ، وهذه بدورها أوجدت مشاكل جديدة أمام العلماء نتيجة استخدام مواد مكتشفة جديدة بحيث لم يصبح للاختراعات القديمة كالبوصلة والبارود مكان .

وفي بداية القرن السابع عشر ظهرت البرجوازية التي استطاعت ان تستجيب وتستوعب الفلسفة الجديدة والعمل بها في بناء أسس العلم التجريبي . كان على العلماء الجدد ان يتحدوا وينظموا صفوفهم كما اتحد التجار في ذلك الوقت وكونوا الشركات ، وقبل انتهاء هذا العصر استطاع نفر قليل من العلماء النجاح في حل بعض المشاكل الأساسية في الميكانيكا والفلك وبذلك قدموا ما لم يستطع القدماء تقديمه في مجال التطبيق كالملاحة مثلاً . كان هذا أشبه بفاتح للشهية ولكن جاء الانتصار الكبير في قوة الدفع الجديدة نحو الدراسة العلمية التطبيقية والتكنيكيه وكذلك استنباط طرق عملية محكمة واخرى حسابية ورياضية لشرحها وتحليلها وهي التي اعطت احسن نتائجها في ممالك اخرى . وفي نهاية القرن السابع عشر استفاد العلم من التحامه بالمشاكل العملية اكثر مما اعطي في مجال تحسين الطرق التكنولوجية نفسها .

الثورة العلمية

ان تتبع تطور العلم الحديث منذ مولده وبدء نموه ثم بلوغه ، ونضجه هو الموضوع الأساسي للفصل السابع . من الضروري أولاً معرفة علاقة العلم بقوى المجتمع الجديدة في عصري النهضة والاصلاح وثانياً دراسة الطرق التي بواسطتها تمت انجازاته التكنيكية وكذلك صياغة الأفكار الجديدة في العصر الجديد . ان التغير الذي حدث في الآراء العلمية في هذه الفترة الحرجة بالذات لا بد وان يكون اصعب بكثير من التغير في الأفكار السياسية والدينية التي كانت سائدة في ذلك الوقت / ادى هذا التغير في التفكير والتصور الى قيام الثورة العلمية التي غيرت جميع المفاهيم المتوارثة من الاغريق والتي صاغتها الأديان ونحتها جانباً ، وحلت محلها الفروض الجديدة التي تعتمد على التجارب الكمية بلا حدود / كان هذا التحول عنواناً لنظام جديد نحو المعرفة وتغيراً من حالة الاستسلام والوفاق بين الانسان والكون الذي لا يتغير الى يوم القيامة الى حالة السيطرة على الطبيعة من خلال المعلومات المستقاة من قوانينها السرمدية / كان هذا الوضع الجديد حصيلة الاهتمامات الجديدة باقتناء التحف الثمينة التي اعطت مفهوماً جديداً واهتماماً بالحرفيين المهرة . /وبهذه الطريقة قضي على النهضة ولو جزئياً ، ثم بدأ التباين بين النظرية الأرستقراطية والنظرة العامة بظهور الطبقية في المجتمع . /

ولكي ندرك جيداً كيف بدأ العلم الحديث يجب أولاً الرجوع الى انماط التغيرات العملية والعقلية التي بدأت في عصر النهضة . وفي تاريخ العلم يرجع

المؤرخون السبب الى التغيرات الظاهرة والثابتة فقط وبذلك اعتبروا ما تم منها مجرد تغير في الحجج لعروض واضحة لا تقبل الجدل ولا يعوزها البرهان أو نتيجة الملاحظة الدقيقة والتقدير الصحيح للحقائق الواضحة . وعدم صحة هذين الشرحين واضح من عجزهما تعليل التوافق الزمني والمكاني للتقدم الاقتصادي والتكنيكي والعلمي ، وكذلك التوافق بين الموضوعات التي نالت اهتمام العلماء وهؤلاء الذين يسيطرون على الحياة الأجتماعية .

ومن ناحية اخرى لا يصح أن نذكر الأهتمامات التكنيكية فقط بل يجب الأخذ في الاعتبار الأهتمامات العقلية ايضاً . ان أوجه الصراع التي أدت الى ظهور البورجوازية جعلهم يؤثرون على الأفكار العلمية والدينية في دولهم . وهي في طريق التحول . وفي الحقيقة ان تحدي الأفكار التي كانت مقبولة لدى الأجيال السابقة اصبح ممكناً في وقت كانت أسس بناء المجتمع لا زالت غير محدودة ولا معروفة .

وبعكس التغيرات السابقة التي حدثت في أواخر عهد الأمبراطورية الرومانية حيث ظهر علم جديد على انقاض علم قديم أو في أوائل العصور الوسطى حيث ترجم العلم من ثقافة الى اخرى ، فالثورة التي أدت الى ظهور العلم الحديث استمرت دون توقف أو تأثير خارجي . هذا يؤكد الحقيقة وهي ان نظاماً اساسياً جديداً في التفكير قد ظهر في المجتمع الجديد ولو انه اشتق مباشرة من عناصر قديمة إلا انه تحول بفضل افكار واعمال الرجال الذين قاموا بالثورة .

حاولت ثقافة الأقطاع القديمة الانتشار ووجدت في ذلك بعض الاستجابة ولكنها لم تستطع البقاء أو الصمود أمام التناقضات التي احدثتها . اضطرت الطبقة البرجوازية التي لفظها النظام الاقطاعي ان تجد لها نظاماً اجتماعياً جديداً وافكاراً متطورة تنظمها .

لا بد أن رجال عصر النهضة والقرن السابع عشر شعروا بأنهم ثاروا على القديم وغيّروه ، ومع ذلك فهم بلا شعور مدينون له ، ومن ناحية اخرى تختلف الثورة العلمية عن الثورات الأخرى التي سبقتها في انها بالوعي جعلت من السهل اعتبارها امتداداً للثقافة الفلسفية القديمة . كان المسؤولون القدماء يشدون ازر المخترعين امثال كوبرنيكوس وهارفي بما لا يقل عن

احساس الناس بصحة دعواهم . اصبحت الآن الانسانية طليقة وحرة لتختار ما تريده وترفض ما لا تريده ، كان لأحياء الأعمال الرياضية الكلاسيكية وخاصة اعمال ابولونيس Apollonius وأرشميدس Archimedes الأثر الأكبر في القضاء على افكار أرسطو Aristotle / أما بلاتو Plato كرياضي اكثر منه روحاني فيمكن اعتباره مصدراً للالهام ، من البديهي ومن المنطق ان العلم الحديث جاء مباشرة من العلم القديم لأنه بدراسة وتتبع أعمال القدماء وطرقهم امكن لرجال العصر الجديد من نشر آرائهم واتمام انجازاتهم .

المراحل الهامة في تاريخ العلم:

لسهولة فهم حقيقة الوسيلة التي خلق بها العلم الحديث يجدر بنا تقسيم عصر الثورة العلمية الى ثلاث مراحل يمكن تسميتها :

أولاً ـ مرحلة النهضة (١٤٤٠ ـ ١٥٤٠)

ثانياً ـ مرحلة الحروب الدينية (١٥٤٠ـ ١٦٥٠)

ثالثاً ـ مرحلة الاصلاح (١٦٥٠ ـ ١٦٩٠).

ويجب ان نتذكر ان تلك المراحل الثلاث ليست متناقضة ولكنها صور ثلاث لعملية تحول في الاقتصاد الاقطاعي الى الاقتصاد الرأسمالي ، وفي المحيط السياسي تشمل المرحلة الأولى٧ـ١،٣ عصر النهضة والملاحة والأصلاح كما تشمل الحروب التي انتهت بالحرية السياسية في ايطاليا وأدت الى ظهور اسبانيا كأول دولة عالمية / وفي المرحلة الثانية ٧ـ٤،٣ كان لانفتاح التجارة الأوروبية نحو امريكا والشرق أثر في ظهور القرصنة وسط ازمة مالية طاحنة هزت اقتصاديات أوروبا كلها / انها مرحلة الحروب الدينية في فرنسا والمانيا / عاصرت هذه المرحلة قيام الجمهورية البرجوازية الهولندية/وكذلك اتحاد الكومنولث البريطاني البرجوازي / اما المرحلة الثالثة ٧ـ٧،٧ـ٩ فهي عبارة عن وفاق سياسي ، ولو ان الحكومات في ذلك الوقت كانت ملكية إلا ان الطبقة البرجوازية استطاعت ان تقبض على زمام السلطة في معظم الممالك التي كانت في طريق النمو الاقتصادي / وكان الهولنديون هم أول الرواد في هذه المرحلة بالرغم من أبهة الملك في فرساي /

وفي بريطانيا تميزت هذه المرحلة بقيام النظام الملكي الدستوري ،

والنمو السريع في التجارة والصناعة / وكانت التطورات المماثلة في العلم في المرحلة الأولى تحدياً لجميع صور الحياة التي تبنتها العصور المتوسطة في الأزمنة الغابرة / ظهر هذا التحدي في صورته النهائية في رفض نظرية أرسطو التي تنادي بأن الأرض مركز الكون وابدالها بنظام المجموعة الشمسية ودوران الأرض كأي كوكب آخر وهو النظام الذي ينادي به كوبرنيكوس/

وفي المرحلة الثانية قوي التحدي أمام المعارضة الشديدة بفضل رجال امثال Kepler وجاليليو Galileo ، وامتد هذا التحدي فشمل الجسم البشري بواسطة هارفي Harvey ، كان هذا التحدي انجازاً للطرق التجريبية الجديدة بينما كان أول انبياء العلم في هذا العصر الجديد باكون Bacon وديكارت Descartes. /

تتميز المرحلة الثالثة بانتصار العلم الجديد ونموه السريع وانتشاره في مجالات جديدة وتنظيمه لأول مرة في جمعيات ومؤسسات / هذه المرحلة هي عصر بويل Boyle وهوك Hooke وهجنس Huygens ، عصر جديد لفلسفة رياضية ميكانيكية جديدة ./ انتهت اعمال كثير من الأيدي وانتاج كثير من العقول بظهور قانون نيوتون Newton الخاص بالأساسيات الرياضية للفلسفة الطبيعية / هذا القانون الذي يشعر المرء بأنه الأساس الذي يمكن عليه بناء ما تبقى من العلوم ./ مهدت الخطوات الأخيرة الى ظهور الأسس الميكانيكية كما نحت جانباً النفوذ الكنسي الذي ساد العصور الوسطى ليحل محله نظام آخر / ومنذ ذلك الوقت امكن للجسيمات ان تلتقي ، وتتحد بحرية تامة ينظمها قوانين طبيعية ثابتة غير مرئية ./ ان استيعاب هذه القوانين هو مفتاح السيطرة على قوى الطبيعة وجعلها في خدمة البشرية ./ اما التأمل السامي فقد مهد الطريق الى اعمال اخرى مفيدة ./

الفصل ٧
الثورة العلمية

(٧ ـ ١) المرحلة الأولى ـ عصر النهضة ١٤٤٠ ـ ١٥٤٠

ان المرحلة الأولى في التحول من الأقطاع الى الرأسمالية هي الفترة التي شملت حركات النهضة والأصلاح ، ولو ان هذه الحركات وما سبقها امتدت فترة اكبر من ذلك ـ انتشرت الوسائل الأقتصادية ـ لانتاج السلع وطرحها في الأسواق ودفع أجور صانعيها في مدن متفرقة منذ القرن الثامن عشر / وأصبحت هي الطريقة الأقتصادية السائدة خلال القرن الخامس عشر في مجموعة من الدول تمتد من ايطاليا جنوباً الى هولندا شمالاً مروراً بالمانيا واراضي الرين / وفي ايطاليا فقط ظهرت مدن كبيرة مثل البندقية وجنوا وفلورنسا وميلانو. / كانت هذه المدن مستقلة سياسياً واقتصادياً ولـذلك استطاعت ان تبني الحضارة الفنية والفكرية لعصر النهضة. / وفي ايطاليا لم يتعارض ذلك مع الكنيسة لأن الحبر المقدس في روما كان يجمع دخلاً كبيراً من التبرعات التي كان يدفعها المسيحيون من انحاء الجمهورية المسيحية. /
/ حدث شيء آخر عندما انتشرت الدعوة في المانيا وغيرها من الممالك حيث ادت من ناحية الى تثبيت حرية التـدين على المستـوى الشعبي في شكل الاصلاح اللوثري / ومن ناحية اخرى الى الثورة الاجتماعية العارمة ، التي وجـدت تعبيراً في حـرب الفلاحـين (١٥٢٥ ـ ١٥٢٦) وكذلـك ثـورة المعمدانيين (البابتيست) تحت قيادة منستر Munster (١٥٣٣ ـ ١٥٣٥) /
/ حدثت مثل هذه الثورات في هنغاريا / وأسبانيا الكاثوليكية / ثم امتدت حركة الاصلاح الى الأراضي الواطئة وانكلترا وفرنسا / وكانت لا تزال شكلاً

من اشكال ما ينادي به كالفن Calvin (الخلاص بنعمة الله وليس بالأعمال) رافضاً الحكم الكنسي الكهنوتي وكذلك الرهينة وتحكم الاكليريكيين في ديموقراطية الأنتخاب.

لم يكن لاعلان الديموقراطية تأثير ظاهر حتى جاءت المرحلة الثالثة. اما النظام السياسي الذي حل محل النظام الاقطاعي الذي كان يزداد قوة وولاء هو حكم الأمراء. وكان الأمير يعتمد في قوته على مساندة التجار وفي بعض الأحيان كان الأمير نفسه احد هؤلاء التجار مثل ميديسي Medici . كانت عودة الملكية نهاية عصر القوى الدنيوية الأمبراطورية والبابوية ، وكل نظم العصور الوسطى في العالم. وبديلاً لهذا نشأت الولايات وقامت بينها الحروب واحياناً المعاهدات التي أدت الى إيجاد توازن القوى وعدم تفوق قوة على اخرى.

وجد العلماء ورجال الانسانيات الرعاية والتشجيع في بلاط الملوك والأمراء وانتهى بذلك عهد الأعتماد على الكنيسة. وبالتأكيد اصبح مركز رجال الفكر في نفس المستوى الذي كانوا فيه أيام العرب عندما كانوا هم زينة الأمراء. بقيت جامعات العصور الوسطى خارج ايطاليا هي المتمسكة بالأفكار الأقطاعية والمعارضة للمعارف الجديدة. اضطر فرنسيس الأول ملك فرنسا لانشاء الكلية الملكية عام ١٥٣٠ التي اصبحت اليوم كلية فرنسا وفيها ابيحت دراسة العلوم الانسانية التي لم تبحها جامعة السوربون.

وفي الحقيقة ان عصري النهضة والأصلاح هما وجهان لحركة واحدة ، وهي ابدال الطريقة التي كانت تعتمد على نظم موروثة في العلاقات الأجتماعية بنظام البيع والشراء والعمالة. كان العامل الأقتصادي الأساسي الذي ساعد على هذا التغير هو الاتساع السريع في التجارة نتيجة الزيادة الكبيرة في تصنيع الحاجات المتداولة. والسبب في وجود هذه الزيادة هو ما طرأ على الطرق التكنيكية التي ادخلت في القرون الوسطى من تحسن ، وخاصة تلك التي كانت تتعلق بالزراعة وصناعة الملابس[*][1] ، وفي الوقت نفسه زاد انتاج هذه السلع عن الحاجة نتيجة التطور في صناعة السفن والملاحة. وخلال القرن الخامس عشر كانت البضائع الثمينة الآتية من الشرق الى البندقية ومنها الى المانيا تكون معظم التجارة. هذه التجارة هي التي كونت الثروات الضخمة لأهل أوغسبرج ونورنبرج واخيراً هولندا

وانكلترا والتي اعطت لتلك المناطق مراكزها القيادية في الثقافة والثراء .



شكل (١٠١)

احد مراكز التجارة والفكر في عصر النهضة وهو مدينة البندقية . الصورة من رسم الفنان فيتور كرباسيو Vittore Carpaccio (١٤٩٠ - ١٥٢٦)

تبين الصورة اجتماعاً رسمياً كما تبين الأقراص الرومانية ، والاثنان يحملان الجو الذي كان يسود تلك الحقبة . وفي صدر الصورة الخطباء بأزيائهم التي كانوا يرتدونها في ذلك الوقت .

وفي أواخر هذا القرن وفي قمة عصر النهضة حدث توقف في طرق التجارة القديمة وظهور طرق جديدة لعب فيها العلم دوراً قاطعاً / كانت التحسينات في طرق الملاحة القديمة تتجه نحو اختصار الطرق القديمة المرتفعة التكاليف وإيجاد اسواق وطرق جديدة وكانت أعظم نتائجها اكتشاف القارة الأمريكية / ولكن أهم من هذا كله سيطرة البرتغاليين على تجارة القارة الآسيوية والتقدم السريع في الدول الواقعة حول بحر البلطيق وروسيا / ادى هذا التحول في طرق التجارة الى تغير كلي في الميزان الأقتصادي الأوروبي / وبذلك توقفت تماماً تجارة ايطاليا والمانيا/وضعف نفوذهما السياسي والأقتصادي ولو ان تأثيرهما الثقافي والتكنولوجي استمر لوقت طويل وحل

محلها بعد ذلك الدول البحرية كالبرتغال واسبانيا ثم لفترة اطول هولندا وبريطانيا لامتلاكها الكثير من الموارد الطبيعية الأساسية.



شكل (١٠٢)

عملية صهر النحاس في عهد النهضة

منقولة من الطبعة الانكليزية **Beschreibung aller Furnemsten mineralischen Erlzi** لمؤلفه لازارس اركر **Lazarus Ercher** عام ١٥٨٠ .

اصبح ممكناً نتيجة الأرباح الناتجة من التجارة وراء البحار تجمع رؤوس الأموال واستغلالها في صناعة الحاجات بجانب امتلاك الأراضي ./

ادى الطمع في هذا الكسب الى تحسن طرق بناء السفن والملاحة ، وكان للملاحة التأثير الأكبر في ظهور العلم الحديث / وباستخدام الجنود المرتزقة بدلاً من المسخرين تحت النفوذ الأقطاعي طالت الحروب التي كلفتهم الكثير الأمر الذي استدعى طلب المعادن مثل البرونز والحديد بدلاً من الفضة والذهب ، ومن ثم ازدهرت عمليات البحث عن المعادن وكذلك صناعة البارود وتقطير الكحوليات ،

وعلى العموم كانت المرحلة الأولى مرحلة توسع اقتصادي ، وفي معظم ممالك اوروبا زاد الانتاج ليس فقط الصناعي ولكن الزراعي ايضاً فزاد انتاج الحبوب والأغنام والأسماك ، ومن الصعب ان تنسب هذه الزيادة الى اي تقدم تكنيكي خاص بدلاً من ارجاعها الى تجمع تطورات عديدة كانت متفرقة بالأضافة الى بث التحسينات /خلال الطرق الحديثة للتجارة ./ كان التقدم التكنيكي الوحيد هو ظهور الطباعة والذي سبق شرحه في الباب السابق ولو ان الطباعة بالذات ليست من وسائل الأنتاج لكنها كانت من أهم الوسائل المؤثرة في نشر التقدم في الوسائل التكنيكية ، إن عدد الكتب التي عالجت هذه المواضيع مثل الزراعة والبستنة والطبخ والتجارة لشاهد على ذلك /

الثورة الانسانية في التصرفات والأفكار

اذا عرف عصر النهضة بالتطور البطيء أو السريع في الأحوال الاقتصادية فذلك لا يوفيه حقه الذي يستحقه في تاريخ البشرية ./ والذي يكسب عصر النهضة أهميته نحو العلم والفن والسياسة انه كان حركة ادراك وثورة في ذلك الوقت ، و من الوجهة الثقافية كان عصر النهضة نتيجة مجهود مجموعة صغيرة من الأدباء والفنانين كرسوا حياتهم لمعارضة كل مظاهر الحياة في العصور الوسطى ، وجاهدوا لخلق نموذج جديد للحياة قريب الشبه بقدر المستطاع من القديم المأثوري ، ولكنهم لم يطيقوا النظر الى القديم خلال التقاليد الموروثة ، وأقاموا هذا النموذج من قراءاتهم الشخصية للكتب والمراجع وذلك معناه الرجوع الى اعمال الأغريق القدماء ومناقشة افكار ليس فقط افلاطون وارسطو ولكن ديموقريتس وارشميدس ايضاً ٤-٧ ،



شكل (١٠٣)

صانع اسلحة من القرن السادس عشر من مجموعة جون امان (١٥٣٩ ـ ١٥٩١)

لا شك ان الحركات الأنسانية قد بدأت في ايطاليا منذ القرن الرابع عشر بفضل بتراك Petrack وبوكاسيو Boccaccio اللذين استحسنا من الأدب الكلاسيكي (الاغريقي والروماني) التعبيرات الجميلة والمشاعر النبيلة وليس حذق المنطق ، وكانا بجانب فلسفتهما من اتباع افلاطون. انتشرت الحركات

الانسانية في فرنسا وشمال اوروبا في القرن السادس عشر متخذة طابعاً دينياً ، وفي كل مكان كانت هذه الحركات ترفض الأفكار الأقطاعية الكهنوتية وتعلن افكارها الدنيوية وقربها من المجتمع الأنساني ، ذلك لا يعني رفضها للدين ولا حتى للتصوف ولكن فقط التشديد نحو حرية الفرد الدينية وعدم اعتماده الكلي على خدمات الكنيسة ، وأصبحت المعتقدات الدينية للفرد وهي الفضيلة في نظر الرومان هي المثل الأعلى٤-٤٣ .

وفي البلاد البروتستانتية اعلن ميثاق حقوق الانسان في الحكم وحق الأنتخاب ، وهنا قام طلاب العلوم الانسانية بأصلاح الوثائق الأغريقية واليهودية وترجمتها الى العامية وبذلك إضافوا ثقلاً جديداً لسلطة الكتاب المقدس ، وبالأعتماد على اللفظ الحرفي لما جاء في الأنجيل تخلصوا من التناقضات التي جاءت على السنة خلفاء بطرس الرسول ، كل ذلك طابق نظام الفلسفة الأدبية لجماعة التجار وعارض التبعية للاقطاع ، وفي الحقيقة ان النظام الأقطاعي قد رُفض بقوة كما رُفض ايضاً النظام الذي أسماه رجال العلوم الأنسانية بالغوطي كذلك فلسفة المتعلمين وأيضاً حياة الرهبنة التأملية داخل الأديرة واستجداء الراهبان خارج الأديرة . وفي النهاية اضطرت الكنيسة الكاثوليكية ان تقبل تغيير معتقداتها القديمة التي سادت العصور الوسطى كما طالب به رجال الأصلاح ، ان عقيدة النعمة اصبحت مساوية للخلاص بالايمان عند الرومان وأصبحت البابوية التي دامت قرن من الزمان في أيدي رجال العلوم الانسانية المتسامين حماة الفن من الصلابة والعناد اكثر من جماعة البروتستانت المتعصبين .

المتعة والفن والمال .

تميز عصر النهضة في كل من الدول الكاثوليكية والبروتستانتية بالانفصال التام عن الماضي ، وتبعاً للظروف السائدة كان الجزء الأكبر من هذا الانفصال حتمياً ، ولكن حدث اتجاه جديد اختفت بسببه الى الأبد النظم الاقتصادية للعصور الوسطى وكذلك هندسة البناء وأنماط الفن وكذلك الأفكار ، وحل محلها ثقافة جديدة رأسمالية في اقتصادياتها كلاسيكية في فنها وآدابها علمية في اقترابها من الطبيعة .

كان عصر النهضة عصر بلبلة في الأفكار ولكن كان فيه الأمل وذلك

اذا قورن بعصور اليأس التي سبقته أو عصور الاستسلام الى العقائد الموروثة التي جاءت بعده ، ولم تكن اهتمامات الناس في هذا العصر بالمستقبل بقدر اهتمامهم بالحاضر / ظهرت هذه الأهتمامات في النمو السريع في الفنون الشعبية كالرسم والشعر والموسيقى / وفي كل مظاهر الحيـاة كان هنـاك اعتراف صريح بمباهج الحياة / كان نبي هذا العصر هو الدكتور فرنسوا رابليه Francois Rabelais (١٤٩٠ - ١٥٥٣) الذي اختار شعاراً لابراشيته ثلما Thelema التي كانت تعتبر مجتمعاً نموذجياً / « افعل ما يحلو لك (ص ١٠٤٦)» ٤-٢٥ . /وفي الحقيقة كان الناس في هذه الأبراشية يعيشون احراراً ولكنهم كانوا يفكرون افكاراً خطيرة / والقليل منهم هم الذين استطاعوا ان يفعلوا ذلك لأن الحياة الجديدة كانت مرتفعة التكاليف وكان عليهم دفع الثمن فوراً / وأصبح المال هاماً اكثر من أي وقت مضى / وكـان من الطبيعي ان يتغير تصرف الناس للحصول عليه / وعلى العموم كان التصرف حسناً ما دام يخدم الناس في التجارة أو الصناعة أو اعطاء بعض النصائح



شكل (١٠٤)

كانت صناعة الزجاج الملون من أهم الصناعات أيام المصريين القدماء / وبدأت صناعة الزجاج الشفاف في القرن السادس عشر في افران كبيرة تسخن بالفحم / الصورة من كتاب **De La Pirotechnia** لمؤلفه فانوسيو برنجويكو **Vannoccio Biringuccio** (١٤٨٠ - ١٥٣٩) ونشر في البندقية عام ١٥٤٠ .

المفيدة أو فتح منجم او قرض المال بالفائدة وكان يمكن للكنيسة الأعتراض على ذلك ولكن لم يكن ذلك في مصلحتها كما بيّن لها ذلك رجال الاصلاح حتى السحر اخذ شكلاً جديداً كوسيلة للثراء والسلطة كما يتبين ذلك من قصة فاوست Faust ، وفي الحقيقة كان من الصعب التمييز بين السحر والعلم٤-١

تزاوج الحرفيين والمثقفين

لضرورة توفير المشترى للمصنوعات والعامل الذي يصنعها لم يعد بين المثقفين والحرفيين أي ازدراء كما كان في العصور الوسطى والقديمة ولذلك انتعشت صناعة الحلي كما ازدهرت الفنون كالرسم والنقش والعمارة ، ولكن قبل انتاجها مع ازدياد اتقانها وطرافتها عما كانت في العهود السابقة ، وفي الحقيقة كان الشيء الجديد هو احترام عمال الحرف اليدوية مثل صناعة النسيج والغزل والفخار والزجاج ، اما الاحترام الأكبر فكان للحرفيين في الصناعات التي كانت تدر المال الوفير كأدوات الحرب وهم عمال المناجم ورجال التعدين

كانت الطرق الفنية أكثر اهمية في عصر النهضة منها في العصور القديمة لأنها لم تكن في أيدي العبيد ولكن في ايدي رجال احرار ، وهؤلاء لم يكونوا بعيدين اجتماعياً واقتصادياً من حكام المجتمعات الجديدة كما كانوا في العصور القديمة وفي العصور الوسطى كان الفنانون في مدينة مثل فلورنسا اعضاء ثانويين في النقابة الكبرى للأطباء وتجار التوابل ، اما النحاتون فكانوا في مرتبة اقل في النقابة الصغرى للبنائين وعمال الطلاء٤-٢٨ . وفي مطلع القرن السادس عشر استطاع قليل من الرسامين والنحاتين ان ينالوا رعاية الملوك والبابوات ولو انهم كانوا دائماً يضغطون للحصول على اتعاب لأعمالهم .

كان من نتيجة رفع شأن الحرفيين سهولة اعادة الروابط بينهم وبين المثقفين ذلك الرباط الذي انفصم منذ ابتداء المدنية اضاف الحرفي الى طرق صناعة التحف طرقاً مستحدثة ظهرت في العصور الوسطى ، كما اضاف المثقف الى الأفكار العالمية آراءاً جديدة اهمها الطرق المنطقية للمناقشة المستقاة من أدب الاغريق عن طريق الفلسفة العربية والطرق الحسابية

/ الجديدة . اخذ التحام النمطين بعض الوقت لكي يظهر تأثيره ولذلك انتشر ببطء في أول الأمر خلال جوانب المعرفة المختلفة ولكن بمجرد التحامهما لم يحدث توقف لأنه كان بمثابة القنبلة / اما الناحية الفكرية لعصر النهضة فكانت في الحقيقة عودة الى اكتشاف سيادة الفن والطبيعة /

دراسة الكرة الأرضية وأبعادها :

/ يمتاز عصر النهضة بأنه يشمل اعمالاً عظيمة تجمع كل خبرات الانسان في ذلك العصر ، ويظهر مدى اهميتها في انجازات رجل يعتبر وحده عنواناً لهذا العصر وهو المهندس الموهوب والعالم الفنان ليوناردو دا فنشي Leonardo da Vinci . وأعظم انتصاراته هي أولاً التحقق من نظام المجموعة الشمسية وتمركز الشمس في وسطها وهو نظام كوبرنيكس Copernicus الذي نشره في كتابه De Revolutionibus Orbium Celestrum وثانياً التشريح الكامل الدقيق للجسم البشري المصور في De Humuni Corporus Fabrica لناسيليوس وقد نشر الكتابين في نفس السنة / كان الكتابان أول تحقيق ينشر عن الكواكب والجسم البشري ، كيف تدور الأرض في فلكها للعيون الفاحصة التي تريد ان ترى بنفسها وليس من خلال عوينات رجال السلطة القدماء/ عندما طرحت ونشرت هذه الحقائق تقبلتها بعض الجمعيات الشعبية الجديدة التي حاولت ان تجد الحقيقة بنفسها / اما تأثير ذلك في الأوساط السياسية فجاء متأخراً / وحدث لرجال السلطة فزع وحاولوا ابعاده وايقافه ولكن محاولتهم باءت بالفشل /

/ زاملت هذه الانجازات العظيمة اعمالاً اخرى عديدة في مجالات مختلفة مثل الفنون وعلوم الطبيعة التي كانت مهملة في العصور القديمة ، ومن امثلة ذلك موسوعة Pirotechnica لمؤلفها Biringuccio (١٤٨٠ ـ ١٥٣٩) وتحوي شرحاً للمعادن وصناعة الزجاج والكيماويات ، وكذلك De Re Metallica لجورج باور George Pauer أو Agricola (١٤٩٠ ـ ١٥٥٥) ويعتبر هذا المرجع احسن ما كتب عن الطرق اليدوية لأنه لم يذكر فقط الفلزات والمعادن ولكن طرق معالجتها وكذلك اقتصاديات المناجم / وبعد ذلك ظهرت مؤلفات لجسنر Gesner (١٥١٦ ـ ١٥٦٥) ورونديليت Rondelet (١٥٠٧ ـ ١٥٦٦) وبيلون Belon (١٥١٧ ـ ١٥٦٤) الذين دونوا وصفاً دقيقاً ورائعاً لكثير من النباتات والحيوانات في الدنيا القديمة والحديثة / وإلى اعمال هؤلاء يجب اضافة نتائج الكثير من الرحلات والاستكشافات التي قام بها رحالة امثال اميريجو فسبوتشي Amerigo Vespucci



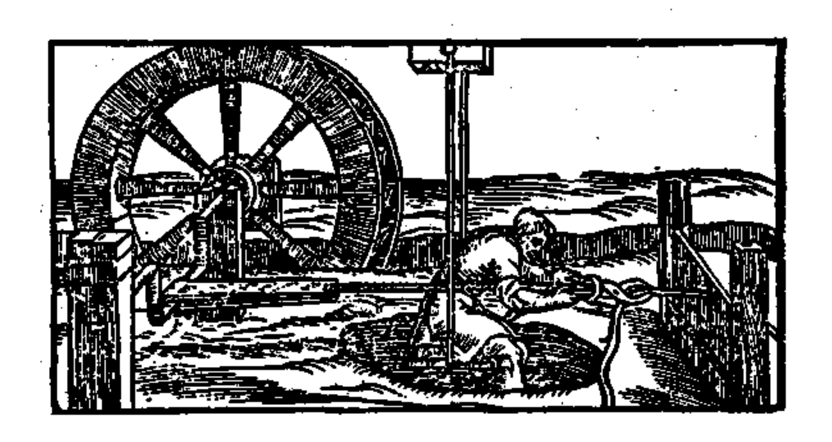
شكل (١٠٥)

اندرياس فاساليوس Andreas Vasalius (١٥١٤ـ ١٥٦٤) ويلقب في العالم بأبي التشريح ويشمل مؤلفه De Humani Corporis Fabrica تركيب الجسم البشري الذي نشر عام ١٥٤٣ نتائج تشريحه لجسم الانسا، ويعتبر هذا المؤلف احد الكتب العلمية الجميلة النادرة في العالم . وتبين الصورة فاساليوس نفسه بجانب احدى الجثث موضحاً اجزاءها وملخصاً لمؤلفه المصور .

الذي دوّن نتائج رحلته في خطابات عام ١٥٠٤ وهي التي اعطت القارة الجديدة اسمها وكذلك بيجافيتا Pigafetta الذي سجل نتائج رحلة ماجلان Magellan في الفترة ما بين عام ١٥١٩ و ١٥٢٢ .

كان الوجه الظاهر للثورة يشمل آراءاً وصفية انتقادية اكثر منها آراءاً بناءة وهي التي جاءت بعد ذلك . كان على الثورة ان تبدأ باستكشاف الآفاق الواسعة ومناهضة السلطة الحاكمة ، كان تشجيع الفنون والحرف الفنية هما الدافعين الأيجابي والمادي لتقدم العلم الحديث .

هزت التناقضات والجدل الديني في ذلك الوقت المعتقدات الأساسية للمذهب الأورثوذكسي ، وسمحت لقليل من الناس بالتفكير الحر واعتناق الآراء الجديدة مثل حرية الفرد في الحكم والمسؤولية الشخصية . اعتمدت هذه المعتقدات في استقامتها على نفس الدعائم التي اعتمد عليها العلم . كانت هذه الدعائم ضرورية لأنتصار السياسة الأقتصادية للرأسمالية . وقبل محاولة مناقشة مركز وتأثير العلم ابان عصر النهضة يجب أولاً ذكر العوامل الهامة التي أثرت عليه في ذلك الوقت وهي الفنون والحرف الفنية وخاصة ما يتعلق بالهندسة والملاحة .



شكل (١٠٦)

صورة مأخوذة من كتاب Pirotechnia لمؤلفه برنجويكو Biringuccio ويشمل هذا الكتاب أول صور منشورة للأرشادات العملية لشتى مجالات التكنولوجيا في عصر النهضة.

(٧-٢) الفن - الطبيعة - الطب

الفن في عصر النهضة

كان من معالم عصر النهضة تفضيل الفنون المرئية والملموسة على الفنون السلبية والتأملية ، ولذلك انتعشت فنون الرسم والنقش وهندسة البناء والموسيقى ، وكانت هذه الفنون وسيلة التحول الكبير الذي حدث في الحرف الفنية وخاصة الكيميائية والتعدينية ، وفي عصر النهضة كان للفن أهمية اجتماعية واقتصادية من نوع آخر/ لم يصرف من المال على الفنون وخاصة الرسم اكثر مما صرف في العهود السابقة ولكن تم لأول مرة في التاريخ تقدير للفنون نابع من أهميتها ، وأصبح الفنانون في خدمة أمراء التجارة الجدد اينما وجدوا أولاً في ايطاليا ثم في برجاندي والفلاندز والمانيا ، وكان هناك طلبات لا تنتهي من الأغنياء للحصول على الوسائل اللازمة لمظاهر حياة البذخ والتي تجذب الأنظار٤-٢٨ ، وبذلك ارتفعت منزلة الفنان واقيمت الاستوديوهات الفنية التي كانت في نفس الوقت مدارس ومعامل / لم يتوقف الفن نفسه ليبقى تقليدياً بل اصبح وجدانياً علمياً ، اما الفنانون فأوجدوا لأنفسهم مواضيع جديدة وضعوا لها حلولاً ذهنية .

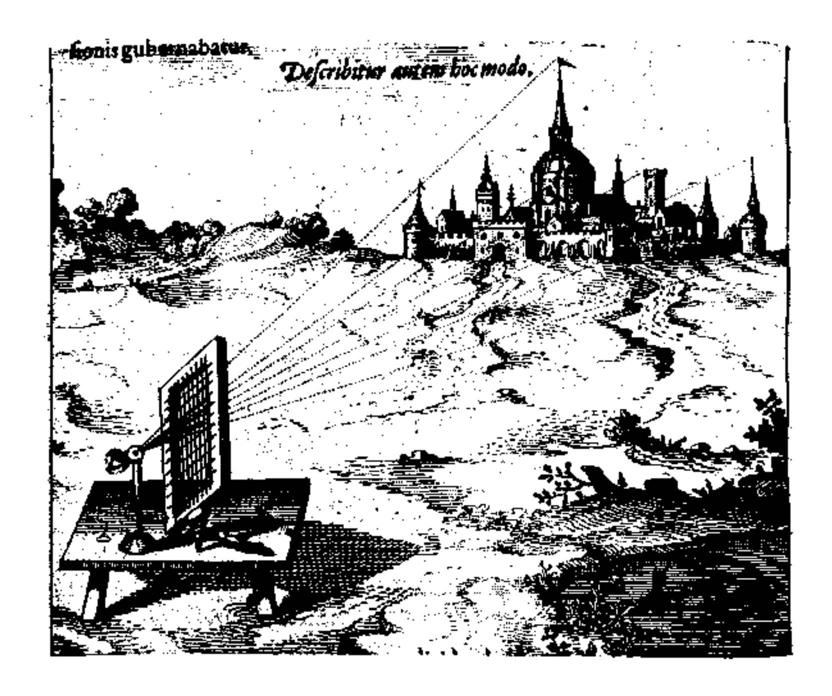
لا يوجد عصر من عصور التاريخ كان للفنون المرئية فيه تأثير على تطور العلم كما كان لعصر النهضة وكان هناك توافق بين هذا التأثير وبدء التحول العظيم في تاريخ العلم .

رسم المنظور

كانت أهم الوسائل التي ساهم بها الفنانون في ظهور العلم وتطوره هو الرسم المنظور في دراسة الطبيعة وخاصة تشريح الجسم البشري وكذلك استعماله في الهندسة المدنية والعسكرية ، وزع ليونارد دافنشي وقته بين كل هذه الدراسات فقد كان الوحيد في ذلك الوقت الذي يستطيع ذلك .

أول مرجع لفن عصر النهضة اسمه Trattato della Pittura لمؤلفه Leon Battista Alberti (١٤٠٤ - ١٤٧٢) الذي ظهر عام ١٤٣٤ وهو احد ابناء عائلة غنية في فلورنسا ، ومع ذلك لم يأنف من مزاولة الفن والتمرن على ايدي الصنّاع اليدويين ، وكان لا بد وأن يستفيد من الجميع لأنه تعود ان يسأل الحدادين والبنائين حتى صنّاع الأحذية عن دقائق صناعاتهم لئلا يكون في حوزة احدهم بعض الأسرار أو المعلومات غير المعروفة ، وكان يتظاهر بالجهل وعدم المعرفة لكي يكتشف ابداع

الأخرين . كان البرقي احد المبشرين بالرسم المنظور الذي ابتدعه برونليشي Brunelleschi في مطلع القرن الخامس عشر ، وكان الغرض الأساسي من الرسم في نظر البرقي هو اظهار الأجسام بأبعادها الثلاثة على الورق المسطح ذي البعدين الأثنين ، ولذلك طالب جميع الرسامين بأن يكونوا على علم تام بالهندسة واستعمال الوسائل البصرية مثل Camera obscura في مسح الأراضي وكذلك استعمال الأشكال قائمة الزوايا لرسم المناظر الخارجية ، وأصبح مبدأ رسم الأشياء بأبعادها الثلاثة هو الموضوع الأساسي في عصر النهضة وذلك بفضل مجهود الفنانين امثال ماساتشيوMasaccio ، وبيرو دلا فرانسسكا Pierodella Francesca ومانتجنا



شكل (١٠٧)

كان الرسم المنظور Perspective احد الاتجاهات الكبرى الذي اكتشف فيه الفنان طريق العلم ، وفي القرنين السادس عشر والسابع عشر استخدمت اسسه مع الوسائل الميكانيكية في عمل لوحات معمارية دقيقة .

الصورة مأخوذة من Utriusque Cosmi لمؤلفه Historia Oppenheim (١٦١٧ - ١٦١٩)

Mantegna . وعندما سمي ليوناردو دافنشي فن الرسم بالعلم لم يكن إلا مردداً الرأي السائد في ذلك الوقت ، وفي رسالته عن الرسم المنظور دوّن رأيه القاطع : « يهتم علم الرسم بجميع الوان سطوح الأجسام كما يهتم بأشكالها من الداخل وكذلك مدى قربها أو بعدها عن العين ، ودرجة تصغيرها المطلوبة بالأضافة الى ان هذا العلم هو بمثابة الأم للرسم المنظور أو علم الأشعة المرئية » وللرد على هؤلاء الذين يحكمون على الرسم بأنه شبه آلي يقول ليوناردو في معارضته لأفلاطون : « يتطلب الفلك والعلوم الأخرى عمليات يدوية ولو أنها تبدأ عقلية كالرسم الذي يبدأ في أذهان المتأملين ولكن لا يمكن انجازه بدون عمليات يدوية ، ان الأسس الحقيقية والعلمية للرسم . . . يمكن ادراكها بالعقل وحده ولا تحتاج الى عملية يدوية وتشمل علم الرسم الذي يبقى في عقول المتأملين ومنه يولد الخلق الحقيقي وهو اسمى بكثير من التأمل أو العلم الذي سبقه » .

الطبيعة والانسان

عاصر عصر النهضة حركة الواقعية في الفن ، حيث تركزت الفنون الكلاسيكية والبيزنطية في عمل اشكال مثالية وانجازات تأثرية برموز تقليدية / وفي العصور الوسطى بدأت تزحف أمام الفنان أشياء من الطبيعة كـالأشجار والحيوانات / أضافت النهضة نفس الواقعية في رسم الجسم البشري ، واستوجب ذلك الدقة المتناهية في دراسة الطبيعة والجبال والصخور والأشجار والأزهار والوحوش والطيور ، ومن هنا نشأ علم الجيولوجيا والتاريخ الطبيعي/ ولم يصبح مصدرها الكذب أو المنطق / وأهم من هذه كله نشأة علم التشريح بحثاً عن طبيعة الحركة في الأنسان والتعبير/ كان الفن في عصر النهضة أقل تأثيراً عما كان جوهرياً ، ولذلك نصح البرتي الرسامين بالاهتمام برسم العظام قبل تغطيتها باللحم والملابس ./

ذهب ليوناردو في تجاربه وتعاليمه الى ابعد من هذا فانتقل من رسم الأشياء الساكنة الى المتحركة وكذلك الحيوانات في حركتها وبذلك انتقل الى علم وظائف الأعضاء والديناميكا ، وفي رسمه للرجال والحيوانات المتحركة إنما كان يعبر عن الروح أو الحياة التي تبعث الحركة ./ كل ذلك استدعى دراسة تفصيلية ومتعمقة للمخ البشري والأعضاء الداخلية ، ورسوم ليورناردو في هذه المواضيع لا يمكن محاكاتها ./ هذه الدراسة التشريحية الجديدة هي التي اهدت هارفي Harvey الى

اكتشاف الدورة الدموية ، ولذلك يرجع الفضل في اكتشافها الى الفنانين بقدر ما هو للأطباء .

الطب في عصر النهضة

من الأفضل ان نذكر هنا انجازات عصر النهضة من الدراسات البيولوجية والتي تركزت في العلوم الطبيعية / كانت كليات الطب بالجامعات الايطالية ابرز الكليات في اوروبا لتميزّها عن مثيلاتها في الدول الأخرى بعدم العقم والرجعية وبالأخص جامعة بادوا Padua فقد نالت كلية الطب التابعة لها منزلة رفيعة جذبت اليها انبغ العقول / وفي الحقيقة لم يخدم ذلك مهنة الطب / فقد مرت قرون عديدة قبل معرفة الكثير عن الكيمياء وعلوم الحياة لتطبيق العلم ودخوله المعركة مع الأمراض ، ومع ذلك خدم هذا تطور العلوم الطبيعية /

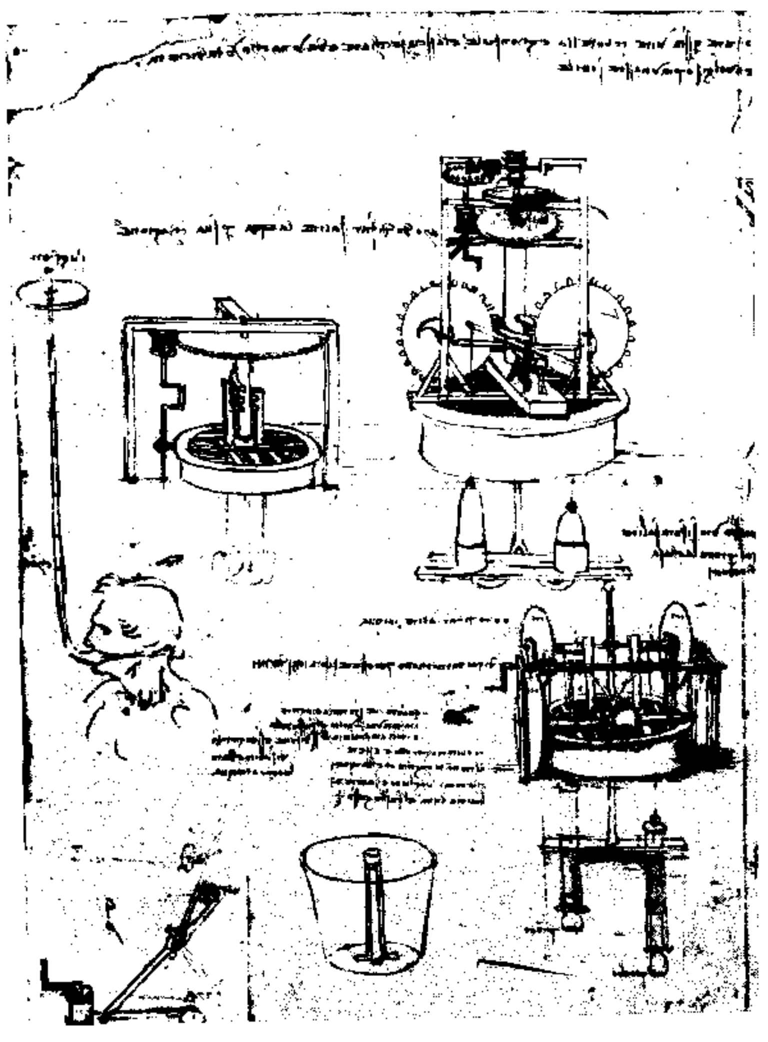
لم يكن الأطباء الايطاليون وكذلك الأعداد الكبيرة من الطلبة الذين جاؤ وا الى ايطاليا لدراسة الطب معزولين عن العالم ، فقد اختلطوا بحرية تامة مع الفنانين وعلماء الرياضة والفلك والمهندسين ، ولا شك ان كثيراً منهم مارسوا هذه التخصصات بأنفسهم فمثلاً كبرنيكس بجانب كونه ادارياً واقتصادياً تعلم الطب ومارسه / هذا الأزدواج المهني هو الذي أعطى للطب الأوروبي وخاصة الايطالي ميزته الوصفية التشريحية والميكانيكية حيث شرح الجسم البشري كما استكشف وظائفه ووصفه بأنه آلة شديدة التعقيد ، وأصبح مصدر المعلومات عن الجسم البشري ووظائف الأعضاء ليس التخمين ولكن الملاحظات المباشرة والتجارب ، ويذلك اختفت الآراء القديمة ووسائل السحر الموروثة وحل محلها علوم جديدة مثل التشريح ووظائف الأعضاء والأمراض / نجد ملخصاً لهذا كله في المرجع العظيم De Humani Corporis Fabrica تركيب الجسم البشري ، لمؤلفه Andreas Vasalius ويشمل اكمل وأعظم وصف لجميع اعضاء الجسم البشري ، ومع ذلك لم يذكر أي نقد للأشكال القديمة التي وضعها جالن Galen والتي كانت مرجعاً جيداً للتشريح عند بدء ظهور علم وظائف الأعضاء ، ومع ذلك فالمدرسة التي انشأها في جامعة بادوا عام ١٥٣٧ شاهدت تتابع عهود رجال التشريح ومنهم هارفي / اصبح فاسيليس طبيب الأمبراطور شارل الخامس الخاص ، أما منافسه فرانسيس الأول الفرنسي فعينّ جراحاً له يختلف عن فاسيليس في امور كثيرة وهو امبرواز باري Ambroise Paré (١٥١٠ ـ ١٥٩٠) ، وكان أمياً يكتب بالفرنسية الدارجة ما يراه



شكل (١٠٨)

عرف الكثير من المعلومات الطبية النظرية والعملية عن طريق الظروف القاسية للجراحة العسكرية . تبين الصورة المنشورة طريقة كي الجروح .

الصورة مأخوذة من **Manual of Field Surgary** دليل الجراحة الميدانية لمؤلفه **Hans Von Gersdorff** عام ١٥٩٣ .



شكل (١٠٩)

يذكر ليونارد بعبقريته الفذة في اختراع الآلات وكذلك تصميمها . اما اذا كان بعضها أو كلها قد صنعت فلا احد يستطيع الجزم بذلك ، ولكن الذي لا شك فيه هو خياله الخصب وعبقريته في الميكانيكا .

تبين الصورة المنشورة بعض تصميماته الخاصة بالمضخات المختلفة الأشكال .

بعينيه وما يلمسه بيديه/ ومع ذلك فقد اوجد ثورة في طريقة علاج الجروح وخاصة الجروح الناتجة من اختراق الرصاص ، والتي اصبحت عادية جداً في الحروب المهلكة في ذلك الوقت ./

المهندسون : ليونارد دافنشي Leonard Da Vinci

لم يحدث في عصر النهضة انفصال بين الفنان والمهندس المعماري والمهندي الميكانيكي ، فأحياناً كان يستدعي الفنان ليشيد تمثالاً أو لبناء كنيسة أو تجفيف مستنقع أو بناء سور لمدينة وفي احيان اخرى كان الفنان يقدم نفسه لاميره متطوعاً لاتمام مثل هذه الأعمال، وكان لا بد للحرفي الماهر ان يكون ملمًا بخواص المواد وطرق استعمالها، اما فنان عصر النهضة فكان لا بد وان يعرف كل هذا واكثر، كان عليه ان يستعين في عمله بالهندسة والميكانيكا. وفي هذا الحقل كان ليونارد دافنشي عظيمًا كما كان فناناً محباً للطبيعة، حيث أظهر مهاراته الكبرى./ وفي تقديمه لنفسه لدوق ميلان ذكر العديد من المبتكرات الحربية التي يستطيع تنفيذها وفي النهاية اضاف: «وفي الرسم استطيع ان اعمل كأي فنان آخر» ٤-٣٣، ١٦٨. وفي مذكراته أبان كيف أتقن عمليات التعدين، وكيف اصبح سيد الميكانيكا والقوى المائية، أما اكبر انجازاته بالرغم من أنها انتهت إلى الفشل هي محاولة الطيران الميكانيكي./ وفي الحقيقة هو بحث هندسي ممتاز يجمع بين ملاحظاته على تحليق الطيور والعمليات الحسابية اللازمة ٤-١٠٣، ١٦٤ وتظهر ذروة اختراعاته التي لا حصر لها والتي استمدها من الطواحين الدوّارة ناحية ثانية من نواحي مأساة عبقريته/ فقد كان في استطاعته اختراع آلات لكل غرض تقريباً لو أن المال اللازم توافر لتصنيعها./ وبدون معرفة اسس الهندسة الاستاتيكية والديناميكية وكذلك المحرك الأول كالآلة البخارية لم يستطع مهندس النهضة ان يتخطى حدوده التقليدية القديمة، ولم يساهم كثيراً في تطوير الآلة./

بين ليونارد دافنشي في حياته واعماله آمال وفشل عصر النهضة ٤-٣٤ . تدرب ليونارد لكي يكون رساماً ودفعته مواهبه الكثيرة ليكون تحت رعاية الحاكم في اعظم الفترات الفنية لايطاليا ، ولكنه لم يكن مقتنعاً بالرسم نفسه ، وأراد في نفس الوقت ان يفهم اسرار الكون وطبيعة الأشياء التي رسمها وكذلك الضوء الذي يرى به الأشياء ، ومن هنا نشأت دراساته على العدسات والتشريح

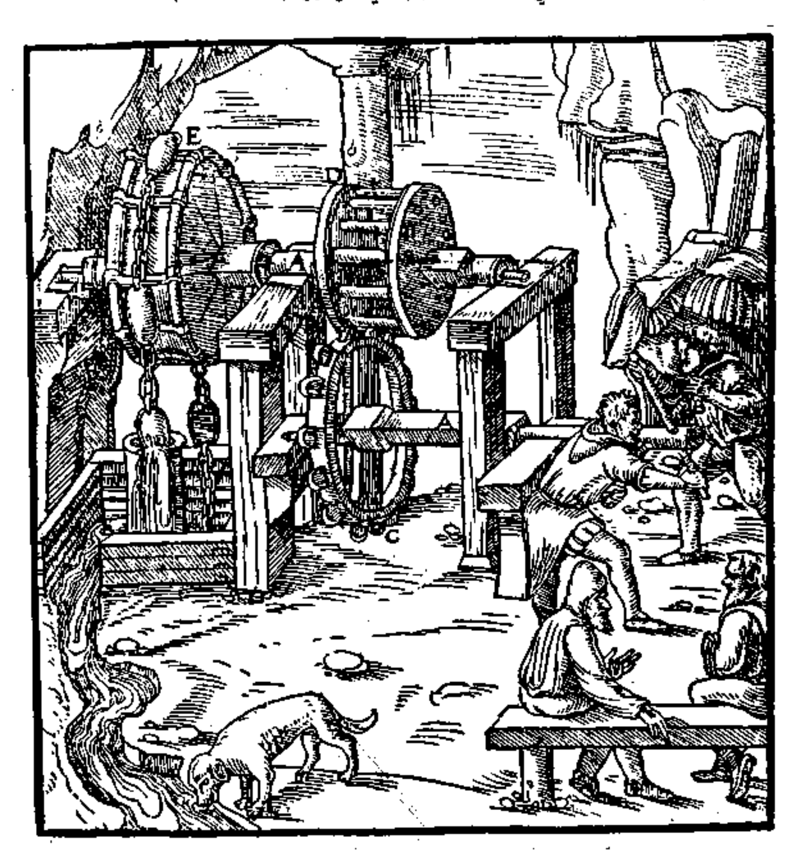
والحيوانات والنباتات والصخور ، وفي نفس الوقت تأثر شيئاً فشيئاً بأهمية الحركة والقوى المحركة ، ولكي يفهم حقيقة ما يجري ويضع افكاره موضع التنفيذ وضع نفسه في خدمة أقوى امراء ذلك العصر وهو لودوفيكو المورو Ludovico il Moro أمير ميلان ، ولكن شبح الحرب افسد عليه حياته فلم ينجز إلا القليل ، وبعد سقوط ميلان عام ١٤٩٩ اضطر ليونارد الى التجول بصحبة سيزار بورجيا Cesare Borgia فترة من الزمن ثم عمل في خدمة مدينة فلورنسا واخيراً في خدمة البابا .

توفي ليونارد في المنفى متقاعداً في قصر فرنسيس الأول ملك فرنسا . جاهد ليونارد طيلة حياته ليتفهم خفايا الطبيعة واسرار المجتمع ، وفي هذا المجال ساعده على ذلك عدم تلقيه أي تعاليم جامعية ، فكان في حاجة ليتعلم كل شيء ، ولنفس السبب لم يكن يمتلك القدرة على البحث المنظم ولا التفكير المنطقي ليتابع افكاره أو محاولة اقناع أحد بها ، فلم يترك وراءه مدرسة تتابع اعماله ، وفي الحقيقة كان ليونارد ملهماً اكثر منه مرشداً .

التكنولوجيا في عصر النهضة

كان اكبر تقدم تكنولوجي في عصر النهضة ما اتصل بالتعدين ودراسة المعادن والكيمياء ، فقد أدت الحاجة الى استعمال المعادن الى سرعة البحث عنها في المناجم ، حدث ذلك أولاً في وسط المانيا ثم في امريكا ، وكانت المناجم الألمانية هي الحاضنات لاستثمار رؤوس الأموال ، وخلال العصور الوسطى كان التعدين في أيدي جماعات صغيرة من عمال المناجم المغامرين الذين قاموا بالتنقيب بأنفسهم وكانوا يدفعون الضرائب ليكونوا تحت حماية الملك أو الأمير خوفاً من نفوذ الاقطاعيين ٤-١٥٧ ، ومع اتساع حركة التعدين اتحدت هذه الجماعات وكونوا الشركات التي كانت توزع الأرباح عليهم ، وفي القرن الخامس عشر اصبحت ارباح التعدين في أيدي الممولين الذين كانوا يوفرون المال للصرف المتزايد على اعمال التعدين ، وعندما زادت المناجم عمقاً اصبحت المضخات وتروس الشد من الأشياء الأساسية في البحث عن المعادن ، كان اجريكولا Agricola طبيباً متخصصاً في امراض المناجم ولكنه في نفس الوقت كان مساهماً في ملكية بعضها والتي كانت تدر المال الوفير . كان اجريكولا من مدينة بليبيرج Bleiberg (جبل الرصاص) بمقاطعة ساكسوني ، كانت الخبرة المتحصلة من استعمال القوى المحركة والمضخات في المناجم هي حجر الزاوية في مجال الدراسات الميكانيكية والهيدروليكية وهي التي كانت لها التأثير المتضاعف على الثورة العلمية والصناعية ،

ومع تناقص عمليات التعدين في المانيا بسبب الثورات الدينية تشتت عمال المناجم والصناعات المعدنية الألمان في اوروبا وخاصة اسبانيا وانكلترا حيث زودوهما بالأسس التكنولوجية التي كانت السبب في ثرائهما بعد ذلك .



شكل (١١٠)

استعملت المضخات من كل نوع في عمليات البحث عن المعادن ، وفي الصورة مضخة تدار بجنزير من الحديد . والصورة منقولة من كتاب الفلاحة Agricola . عام ١٥٥٦

الكيمياء والكشف عن المعادن

كانت عملية صهر المعادن هي المدرسة الحقيقية للكيمياء ، وكانت عمليات

التعدين التسعة مرتبطة باكتشاف خامات ومعادن جديدة كالزنك والبزموت والكوبلت والنيكل ، وكان لا بد من إيجاد طرق لفصل وتنقيه المعادن ، وقد تم هذا خلال تجارب مريرة ، ولكن بهذه التجارب بدأت تتبلور النظريات الاساسية في علم الكيمياء ، التي شملت عمليات الأكسدة والاختزال والتقطير والاتحاد ، وتم ذلك في أول الأمر بخطى وطيدة ، ولدراسة الخام لمعرفة مقدار ما يحويه من معدن ثمين كانت تصهر عينة صغيرة معروفة الوزن واصبحت هذه الطريقة هي اساس عمليات الكيمياء التحليلية .

كان لأكتشاف المعادن الجديدة وخلطها تأثير فسيولوجي بعضه ضار والبعض الآخر مفيد ، فمثلاً كانت النساء في مناطق التعدين يستعملن الزرنيخ لتحسين لون بشرتهن ، وبدأت المركبات المعدنية تدخل في تركيب الأدوية بالرغم من تأثيرها الشديد على الجسم بدلاً من استعمال الأعشاب وخاصة بعد ما اثبت الزئبق تفوقه على الأعشاب في علاج مرض الزهري الخطير الذي جلبه بحارة كولمبس من امريكا .

باراسلسس Paracelsus وعقيدة الأرواح

اسمه الأصلي Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus وسمى نفسه باراسلسس ليبين تفوقه على سلسس Celsus الطبيب الذي كان متخصصاً في الطب القديم ، كان باراسلسس متحمساً فوق العادة لانشاء مدرسة جديدة يدرس فيها الكيمياء مع الطب لتخريج اطباء على علم تام بعلم الكيمياء ، كما قام بحرق كتب جالن Galen وابن سيناء Avicenna ، امام العامة في سوق باسل ، وفي معارضته الشديدة لآراء جالن أعلن تفوق التجربة العملية على أي مستند أو مرجع ، ولو ان باراسلسس قد مارس العمليات الكيميائية القديمة المنقولة عن العرب ورايموند لول Raymond Lull الا انه كان قادراً على تحويلها وتغيير مسارها ، فأضاف للمضادات القديمة وهي الكبريت والزئبق الملح المتعادل وبذلك اوجد Tri-Prima ، وهي البدائل لعناصر أرسطو الأربعة (ص ١٩٩) كأساس لعلم الكيمياء والذي سماه Spagyric وهي التي ابطلت الاهتمام بالبحث عن الذهب وحل محله البحث عن الصحة .

وفي الحقيقة كانت علاقة بارسلسس بالكيمياء علاقة روحانية ، اما عقيدته وهي سيطرة القوى الخفية على كل حركات الانسان فهي احد المعتقدات القديمة

التي ظهرت منذ العصر الحجري / وكانت هذه العقيدة مرتبطة بالحياة التي توجد في جسم الانسان منذ ولادته وتختفي عند مماته / وينعكس الأختلاف الكبير نحو هذه العقيدة في الأسماء العديدة لهذه القوى في اللغات الأخرى ومن هذه الأسماء :
الحيوان / الوحي / الطموح / الألهام / الخيال / الروح / النفس . الخ . . .
كان الاعتقاد ان الهواء نفسه روح من الأرواح / وتفاعله مع الأجسام كما يبدو في فقاعات الهواء لدليل على تفاعل نشط / والعملية الكيميائية وهي التقطير هي في الحقيقة وسيلة للامساك بالأرواح الخفية التي تنشأ من غليان السائل (ص ٣٢٣ ، ٦٢٠) / وتبعاً لنظرية جالن فعمليات الجسم البشري الفسيولوجية تتم بواسطة ارواح / فالروح الكامنة في الكبد تشرف على عمليات الهضم وعند تقابلها بنبضات القلب النشطة تنشأ الروح الحية التي تنتشر في الجسم بواسطة الشرايين ، وفي ثنايا المخ تتهذب هذه الروح لتصبح الروح الحيوانية التي تمر في الأعصاب معطية الحركة لجميع اعضاء الجسم / ولو أن باراسلسس رفض آراء جالن إلا أنه كان متردداً في اعتناق مبدأ الأرواح وكان يصورها كأشباح أو عفاريت المناجم ، وهذه الأشباح هي التي تسيطر على جميع حركات الجسم الداخلية كالمعدة والكبد والقلب بمجرد ان تترك الملائكة الجسم المولود / وبالرغم من ذلك وبسبب التعقيدات في العمليات الكيميائية كانت البديهيات الأسطورية وليست العقلانية والميكانيكية انجح الخطوات في تقدم علم الكيمياء الى ان قامت ثورة الكيمياء في القرن الثامن عشر / كان لباراسلسس المكان المعلى كمؤسس علم الكيمياء الحديث / ولو ان اشباحه في الكيمياء الحيوية الحديثة زادت بكثير عما كان يعتقد . /

لم تكن الخامات المعدنية وحدها هي مصدر المعادن التي شغلت كيمائيي عصر النهضة فبعضهم مثل برنارد بالسي Bernard Palssy (١٥١٠ _ ١٥٩٠) درس انواع التربة بغرض الحصول على أوانٍ فخارية مصقولة في وقت كان عمال الفخار في اوروبا قد بدأوا في الأخذ بالوسائل التي يستعملها عمال الفخار الفارسيون / ومضت فترة طويلة قبل ان يستطيعوا محاكات الخزف الصيني ومن العوامل الهامة في النهضة الاقتصادية استعمال مادة الشبة وهي مادة اساسية في صناعة المنسوجات والجلود / وقد درت تجارة الشبة على البابوات ثروات كبيرة حيث كانوا يحتكرونها وتم في ذلك الوقت تأسيس أول شركة كيماوية باسم Societas Aluminum عام ١٤٦٢ / ولسوء الحظ كانت الشبة التي يمتلكها البابوات مرتفعة الثمن / وكانت المحاولات للضغط على اصحاب الشركات بقبول

الأحتكار وتخويفهم بنار جهنم في الآخرة من الأسباب الرئيسية التي دفعتهم الى تأييد وتشجيع رجال الثورة والاصلاح / ومن وثيقة العفو المشهورة التي اعلنها البابا لبناء كنيسة بطرس الرسول والتي ادت الى قيام لوثر Luther بمناهضة البابوية في روما نجد ان من بين الجرائم القليلة التي لا يمكن غفرانها أو التسامح فيها تجارة الشبة أو التعامل مع مصادر منافسة ./

حدث تطور كيماوي آخر في طريقة التقطير وكان هذا سريعاً بحيث لم يطرأ على الطريقة اي تغير جوهري حتى القرن الثامن عشر / انتشر تناول المشروبات الكحولية بدرجة كبيرة في اوروبا واثبتت انها تلي البارود اهمية في اغراء البرابرة الجهلة على بيع اراضيهم وحتى اجسادهم / وفي أواخر عصر النهضة تطور شكل المعمل الكيماوي وما يحويه من افران وأنابيق وموازين بحيث اصبح لا يختلف كثيراً عما هو عليه الآن ./

(٧ ـ ٣) الملاحة والفلك

الرحلات والاكتشافات

يرجع بعض الفضل في التقدم الفني الذي حدث في عمليات البحث عن المعادن والتعدين إلى العلم ولو انه ادى الكثير من الخدمات في هذا المجال ، اما الفضل الأكبر فكان للرحلات الكبيرة التي فتحت أبواب العالم للأوروبيين لاستثمار اموالهم / كان هذا ثمرة أول تطبيق وجداني لعلمي الفلك والجغرافيا نحو المجد والثراء وكان طبيعياً أن تأخذ مدن البندقية وجنوا وفلورنسا ونورنبرج مكان الصدارة في هذا المجال العلمي بسبب تجارتها المتشعبة ، وكان هناك بعث وتطور في المعلومات الجغرافية المستقاة من تقارير الرحالة الاغريق القدماء امثال ماركو بولو Marco Polo وربريكس Rubriquis في القرن الثالث عشر نتيجة الرحلات المتعددة في المحيطات ، وفي نفس الوقت ، تم تحسين طرق استخدام العلوم الفلكية في الملاحة على ايدي الايطاليين والألمان/ التي أدت الى استخدام الجداول الفلكية في صورتها المبسطة الدقيقة ، وكذلك الخرائط المدوّن عليها مختلف الطرق الملاحية ./

اما الناحية العملية فكانت من نصيب البحارة البرتغاليين والاسبان الذين أضافوا الى مجهودات الصليبيين اكتشاف / مزارع قصب السكر وقيام تجارة الرقيق والذهب / اجتمعت النظريات العلمية والعملية وتطبيقاتها في بلاط الأمير الرحالة



(شكل ١١١)

كان من نتيجة رحلة كولمبس عبر المحيط الأطلنطي اكتشاف قارة جديدة ولو انه لم يكن يعرف ذلك / الصورة لمركب غالباً ما تكون سانتا ماريا وزنتها ١٠٠ طن ، والصورة مأخوذة من نقش على الخشب منشورة في كتاب رسالة كرستوفر كولمبس **Epistola Crhistofor Columbi** عام ١٤٩٤ ٠ /

هنري (١٤١٥ - ١٤٦٠) في ساجرس Sagres حيث كان يجتمع الأخصائيون المغاربة والالمان والايطاليون لمناقشة رحلات جديدة مع القباطنة الذين كانوا يجوبون المحيطات/ وفي نفس الوقت قام بيوباكPeuback (١٤٢٣-١٤٦١) وتلميذه رجيومونتانسRegiomontanus(١٤٣٦-١٤٧٦) بمساعدةالبرشت دوررAlbricht Dorer بمراجعة الجداول الفلكية التي وضعها الفونسين Alphonsin في نورنبرج مستعينين بطريقة بطليموس الفلكية /ولكنهم حاولوا تبسيط الرياضيات باستعمال حساب المثلثات لجيرسون/ وبذلك عادوا الى استعمال حسابات العرب مروراً بجميع المحاولات الرياضية في العصور المتوسطة ./ اصبحت هذه الجداول والطرق الملاحية في خدمة الملاحين الذين يجوبون المحيطات مسلحين بجهاز جرسونGerson's Cross-Staff وهو عبارة عن ساري ينتهي بحلقة نحاسية مقسمة الى اربعة اقسام متساوية / وفي أواخر القرن الخامس عشر شجع احتكار الأتراك للتجارة في الشرق إيجاد طرق اخرى غير طريق البحر الأحمر للوصول الى المحيط الهندي وقد جادل الملاحون حول صلاحية احد الطريقين :/الطريق الأول الأكثر وضوحاً والذي يمكن تتبعه خطوة بخطوة ،/أما الطريق الآخر وهو حول افريقيا وهو الطريق المفضل لدى البرتغاليين وهو الطريق الذي سلكه فاسكو دي جاما Vasco do Gama عام ١٤٨٨ ولم يكن قد وصل في ذلك الوقت الى الهند الذي وصلها عام ١٤٩٧ ، وكان هناك أساطير تحكي بأن القرطاجيين قد وصلوا اليها وان هناك قطف جديد في هذا الطريق /

كرستوفر كولمبس والدنيا الجديدة Christopher Columbus

كان المشروع الثاني الذي ناقشه الفلكيون والجغرافيون امثال فلرونتين Florentine وتوكسانلي Toxanelli (١٣٩٧ - ١٤٨٢) هو الأبحار غرباً عبر المحيط غير المطروق للوصول الى الصين القائمة في الطرف الآخر من العالم الكروي/ وكانت مناقشة مثل هذا المشروع تختلف اختلافاً جذرياً عن محاولة الابحار مباشرة في هذا الأتجاه / وفي خيال العامة يمكن ان تتم مثل هذه المخاطرة والأبحار دون عودة كما يمكن ان يسقط الأنسان عند وصوله الى حافة العالم لاخرى/ اما الشيء الذي لم يتوقعوه هو انهم ربما يلتقون في طريقهم بقارة جديدة ، والرجل الذي كان مستعداً للمجازفة والقيام بالمحاولة هو صاحب القدر العظيم امير الملاحة واكثر المستكشفين حظاً كرستوفر كولمبس/وكان بعيداً كل البعد من أن يكون عالماً / وكان لا يعلم إلا القليل عما هو مقدم عليه(٤ -٨١). وكان ما

فعله كرستوفر منشؤه الإلهام والشعور الداخلي الذي استطاع بها أن يبحر عبر المحيط ويكتشف جزراً جديدة / وكان مقدراً لسفينته كاساياCathaya أو كرستوفر (حاملة المسيح) ان تكون صاحبة الرؤ ية رؤ ية سماء جديدة وارض جديدة/ كان ذلك شيئاً لا يمكن حدوثه أو التفكير فيه ، وكان من الصعب اتمامه حتى خلال القرن الخامس عشر عصر الحركات والمخاطرات / وخلال عشر سنوات كان كولمبس يبشر برأيه الجديد في أروقة ملوك البرتغال واسبانيا وانكلترا وفرنسا / وكان يصدم بالفشل مرة بعد اخرى / وفي النهاية بالطرق الملتوية استطاع ان يحصل على تصريح بالسفر بمركب لا تزيد حمولته عن مائة طن ومركبين صغيرين يسيران بالمجاديف/ ووعد بمنحه لقب ادميرال المحيط وامتيازات ملكية اذا استطاع اكتشاف اراضٍ جديدة ./

والفارق بين الرحلات المتتابعة للبرتغاليين حول افريقيا ومجازفات كولمبس للابحار مباشرة عبر الأطلنطي هو نفسه الفارق بين التقدم الفني الذي اعتمد على المعتقدات القديمة والتطور العلمي المبني على البراهين التي استطاعت ان تقضي على هذه المعتقدات القديمة / ومهما كانت قيمة الالهامات والمشاعر الوجدانية التي دفعت كولمبس ليقوم بمجازفته فقد كانت المساعدات التي تلقاها عظيمة الأثر / فقد كان اساسها التقدير العلمي والتأكد من العودة وذلك بناءاً على المعلومات المستقاة من النظريات العلمية ./

لم يعرف كولمبس في وقت من الأوقات انه اكتشف قارة جديدة وانفلورنتين Florentine هو الذي اعطاها الأسم الجديد بعد اكتشافها بسنوات عديدة ، اما اميريجو Amerigo Vespucce صاحب ليوناردو فكان اكثر منه نجاحاً في تدوين اكتشافاته / وفي النهاية كان من حظ البرتغالي ماجلانMagallanالذي كان يعمل في خدمة الحكومة الاسبانية ان يثبت حقيقة هذا الكشف بامكانية الابحار حول العالم ولكن ماجالان لم يستطع اتمام رحلته حيث قتل في الفيليبين وكان عبده المالاوي هو أول رجل يرجع الى وطنه بعد ابحاره حول العالم ./

الأثر الاقتصادي والعلمي

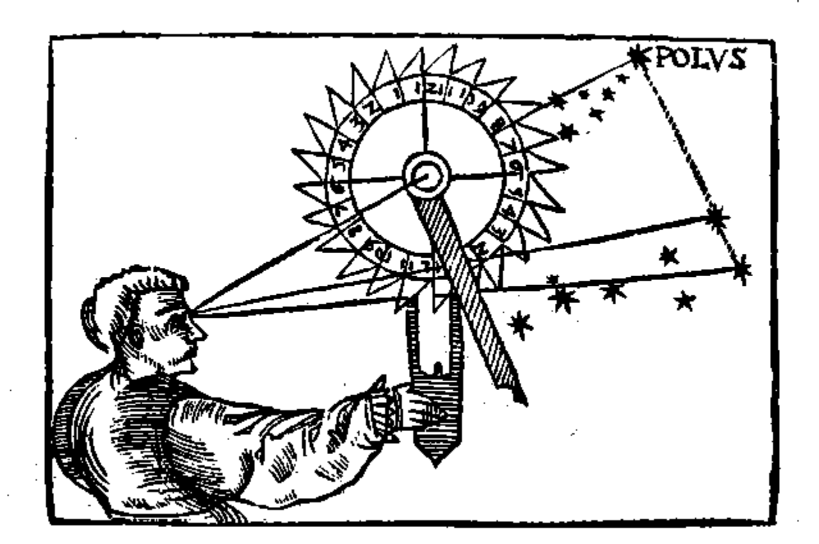
كانت الآثار الاقتصادية للنشاط الملاحي الكبير سريعة ومباشرة / وكان للطرق البحرية القصيرة التي كان يستخدمها العرب والأتراك وكذلك التجارة بين البلدان المختلفة والتي اثرتهم كثيراً اكبر الفوائد على البرتغاليين بينما اضرت كثيراً

بالفينيسيين (أهل البندقية) ، ومن ناحية اخرى در استغلال المناجم وتسخير العبيد الأفريقيين في مزارع القصب والدخان الأمريكية دخولاً كبيرة ، وثابتة لاسبانية والقوى الاستعمارية الأخرى ، وبسبب النظام الأقتصادي الأسباني الرجعي لم تبق هذه الثروات طويلاً داخل هذه البلاد لأن استغلال هذه المناجم وممارسة التجارة كان في أيدي الغرباء الذين كانوا سبب انعاش الصناعات التي قامت في كل من هولندا وانكلترا ، اما اثر الملاحة على العلم فكان قاطعاً ، وبنجاح الرحلات البحرية زاد الطلب على بناء السفن والمزيد من الرحلات ، وبذلك ظهرت طبقة من المفكرين والحرفيين المهرة في صناعة البوصلات وعمل الخرائط الملاحية وغيرها من المعدات اللازمة للملاحة ، وكان هذا بدء قيام الثورة الشعبية التي أتاحت للشباب الذكي من كل الطبقات مجالات جديدة للكسب واكتساب الخبرات ، ومن هنا بدأت تنتشر مدارس الملاحة في البرتغال واسبانيا وانكلترا وهولندا وفرنسا ، وأصبح لحركات النجوم في السماء قيمة مادية ، أما علم الفلك فأصبح له شأن ولا خوف عليه من ان يهمل كما أهمل علم التنجيم وبطل الأخذ بما ينادي به .

وفي نفس الوقت كان اكتشاف المدنية القديمة الغنية في آسيا وكذلك اكتشاف القارة الأمريكية الجديدة بما فيها من ثروات ومنتجات السبب في ان تحول العالم القديم الى شبه مقاطعة صغيرة كما امد الرجال بالمعرفة التي أوضحت لهم انهم قد انجزوا أشياء جديدة لم يكن في استطاعة القدماء حتى التفكير فيها ، وأصبح المجال الجديد للملاحة في حاجة لوسائل جديدة لكي تشرح المشاهدات والاستنتاجات ، وفي الحقيقة شقت الملاحة لها طريقاً بين المفكرين كما شقت طريقاً آخر في المجال الأرضي ، وحتى مؤسسو عصر النهضة كانوا يأملون ويعملون لايجاد عصر جديد ، وعندما جاء منتصف القرن السادس عشر شعروا بأنهم قد انجزوا عملهم .

كان رجل الأنسانية جين فرنل Jean Fernel الطبيب الخاص لملك فرنسا أول من استطاع قياس زاوية السمت (درجة انحراف الهاجري Meridian) وان يعبر عن الروح الجديدة في كتابه حوار Dialogue ، عام ١٥٣٠ ، وفي هذا المجال يقول « ما الذي كان يستفيده كبار السن منا والذين سبقونا لو اتبعوا نفس الطريق الذي سلكه الأقدمون ؟ بالعكس فمن المفيد لحكمائنا السير في طرق جديدة وان يستعملوا وسائل جديدة متطورة وعليهم عدم الأصغاء الى صوت الحاقدين أو التأثر

بالثقافة القديمة أو الخوف من نفوذ اصحاب السلطة الذين يعملون على منع من يستطيع المجاهرة بآرائه الجديدة / بهذه الطريقة ، يستطيع كل جيل ان يبرز انجازاته من الفنون والعلوم الجديدة ، وبهذا استطاع جيلنا ان يرى نهضتي الفن والعلم بعد اغماءة استمرت اثني عشر قرناً / والیوم بلغ الفن والعلم أوجهما وفاقا ما كانا عليه في العصور القديمة ، ولذلك لا يحتاج هذا الجيل بأي صورة من الصور ان يزدري من نفسه أو يتباكى على معلومات القدماء / ان جيلنا قد اتم اشياء لم يحلم بها الأقدمون / فالمحيط قد عبره ملاحونا البواسل كما كشفوا جزراً جديدة ، أما الهند فقد افشوا اسرارها والقارة الجديدة امريكا التي لم تكن معروفة لأجدادنا اصبحت معروفة » / وفي كل هذه الانجازات وخاصة ما يختص بالفلك ساهم في تطورها كل من افلاطون وارسطو كما اضاف بطليموس الكثير اليها ، ومع ذلك اذا قدر ان يعود أحد هؤلاء الى الحياة اليوم سيرى ان الجغرافيا قد تغيرت معتقداتها وان المستكشفين اعطونا كوكباً جديداً ٤-١٣٢، ١٧



شكل (١١٢)

كان من الضروري للبحارة ان يعرفوا الوقت وخاصة بالليل فاعتمدوا جهازاً يعمل في الليل باستعانة النجم القطبي .



شكل (١١٣)

نيقولا كوبرنيكوس Nicholas Copernicus (١٤٧٣ - ١٥٤٣) الصورة تبينه وفي يده زهرة من زهور الحقل والصورة من أصدق صوره .

ثورة كوبرنيكوس Nicholas Copernicus

من المؤكد ان نظرية كوبرنيكوس كانت ثورة في مجالي الفلك والجغرافيا

المرتبطين ارتباطاً وثيقاً ، فقد احدثت تغيراً جذرياً في الآراء والمعتقدات القديمة ، وملخص هذه النظرية ان الأرض تدور حول الشمس الثابتة / وكانت العمليات الوصفية للفلك هي العمليات العلمية الوحيدة في ذلك الوقت / والتي اكتملت لها الملاحظات والحلول الحسابية الدقيقة التي أدت الى طرح الفروض الواضحة والتي يمكن اثباتها بالوسائل الرياضية / وكما ذكرنا أصبح الفلك مركزاً لأعادة النظر في المعتقدات التي كانت تعتمد على التخمين / كان يمكن ألا تؤدي هذه المجهودات الى تقدم جذري / فقد كان هناك فلكيون محترفون امثال بورباك Peurback (١٤٢٣- ١٤٦١) ورجيو مونتانس Regiomontanus (١٤٣٦ - ١٤٧٦) غير مؤمنين بالنظرية الحديثة وكانوا مقتنعين بالتقدم البسيط الذي طرأ على النظريات الفلكية القديمة / ومع ذلك يرجع الفضل اليهم والى روح النهضة والى محاولة البحث عن الأصول الاغريقية التي اصبحت اساساً للعلوم الفلكية الحديثة / كان بورياك يعمل في خدمة الكاردينال بساريون Pessarion (١٤٠٠ - ١٤٧٢) البيزنطي وكان مكلفاً من قبل البابا لاصلاح التقويم المستعمل في ذلك الوقت /

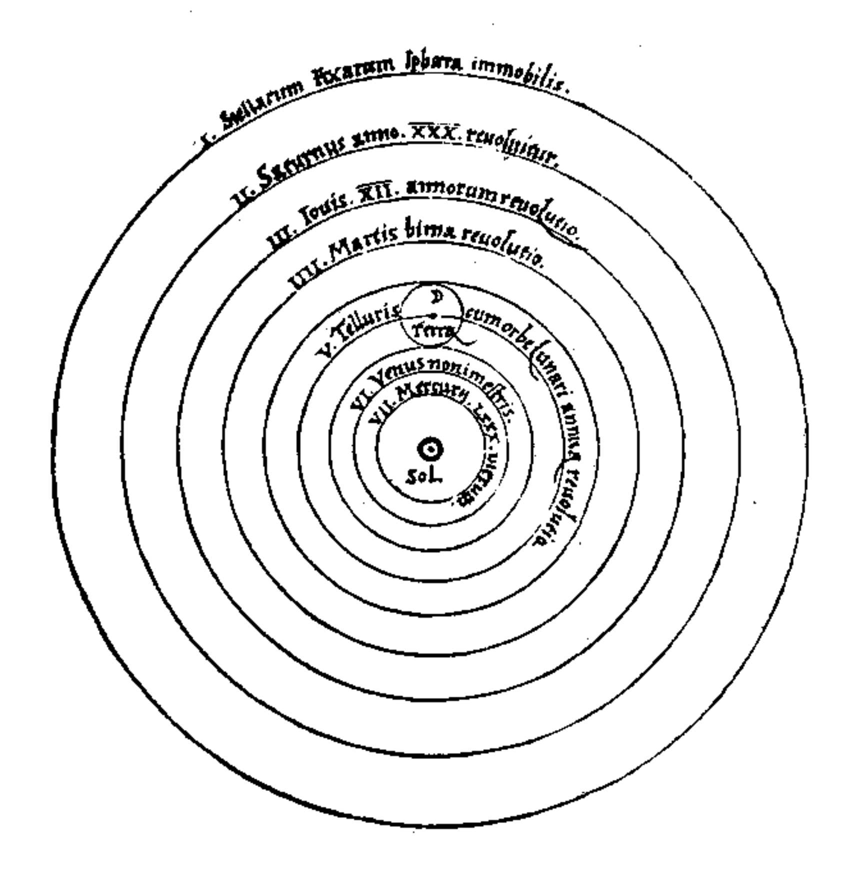
والذي اضافه كوبرنيكوس هو الروح الجديدة في المناقشة والتذوق الجمالي والألهام ونشر الآراء الجديدة التي تنصر رأياً على آخر / فكما رأينا ان فكرة دوران الأرض حول الشمس كانت جديدة ترجع الى معتقدات الاغريق القديمة وقد ذكرها ارستارخوس Aristarchus في القرن الثالث عشر / وبقيت هذه الفكرة دائماً بديلاً للمعتقدات القديمة ـ ولو انها كانت مستبعدة غير مقبولة ـ وكان الاعتقاد أن الأرض ثابتة بينما الشمس والأقمار والنجوم هي التي تدور حولها / إن الشجاعة كالعلم مطلوبة احياناً لنقض الادراكات البديهية / والرجل الذي كان يستطيع ان يجاهر بذلك بكل قواه هو كوبرنيكوس / فقد كانت له العزيمة القوية والشجاعة الكافية لاعلان ذلك ومعارضته للقديم ٤-١٠، ١١ /

ولد كوبرنيكوس في مدينة تورون ببولندا عام ١٤٧٣ ودرس الفلك في جامعة خاركوف ببولونيا وتخصص في دراسة الطب بجامعة بادوا والقانون في جامعة فروينبيرج / ولما كانت هذه المدينة واقعة في الأرض المتنازع عليها بين النبلاء الجرمانيين وبولندا فقد امضى وقتاً طويلاً في الحروب والأعمال الحكومية الادارية ، ولكن كان اهتمامه بالفلك شديداً فخصص معظم اوقات فراغه في محاولة ايجاد صورة حقيقية للسموات والتي سجلها في صورتها النهائية في كتابه « دورة الأجرام السماوية » والذي تم طبعه في السنة التي توفي فيها عام ١٥٤٣ ، وللأسف لم ير

النسخة الأولى من هذا الكتاب إلا يوم وفاته . اثبت كوبرنيكوس في هذا الكتاب ان الأرض تدور حول نفسها ، وان القمر يدور حول الأرض وأن الأرض والقمر والكواكب الأخرى كلها تدور حول الشمس، وبيّن بالتفصيل ان بهذه النظرية يمكن تفسير جميع المظاهر الفلكية * (٢) ، وفي الحقيقة ان الأدلة التي تؤكد صحة نظرية كوبرنيكوس كان اساسها التذوق الفلسفي ، وفي حديثه عن تمركز الشمس في المنظومة السماوية قال « اعتقد انه من السهل علينا ان نعتقد هذا من أن نعقد الأمور بأن نتصور وجود عدد كبير من المسارات كما يعتقد الذين يؤمنون بتمركز الأرض في وسط هذا الكون ، وبهذا نكون قد طبقنا قوانين الطبيعة التي لا تعمل شيئاً هباءاً أو زائداً عن الحاجة ، وهي عادة ما تفضل ان تمنح الشيء الذي له آثار عديدة »[٤-١٢٨] ، وبعد ان وصف الأفلاك واحداً بعد الآخر قال « في الوسط تجلس الشمس على عرشها ومن معبدها المنير تشع نورها على الكون كله ، ومن الحكمة ان نسميها بالمصباح المنير أو العقل المدبر أو حاكم الكون وسماها Trismegistus بالإله المنظور أما الكترا Electra فسماها المرئية لكل الناس ، تتمركز الشمس في وسط الكون وتجلس على العرش الملكي ترعى اطفالها الكواكب التي تدور حولها ، اما القمر فيدور حول الأرض وكما قال أرسطو في كتابه de Animalibus « للقمر علاقة وثيقة بالأرض أما الشمس والأرض فبتزواجهما تحبل الأرض وتلد مولوداً كل عام » ، وهنا نرى تراجعاً الى المعتقدات السحرية القديمة عن الكون وتمجيداً للملك العظيم الشمس .

اخذت نظرية كوبرنيكوس عن المجموعة الشمسية بعض الوقت ليكون لها الأثر المباشر على المعتقدات القديمة ، ولقد آمن بها بعض الفلكيين كوسيلة لتصحيح حساباتهم ، وفي عام ١٥٥١ تم اعداد الجداول الفلكية الفارسية معتمدة على نظرية كوبرنيكوس ، أما البعض الآخر فكان ايمانهم بها حقيقياً ، كان من الصعب حتى على المثقفين ان يتأثروا بنظرية كوبرنيكوس لصعوبة ادراكها وتصور دوران الأرض دون ان تحدث رياحاً عاتية او انحرافاً في الاجسام عند سقوطها ، واخيراً تم رفض المعتقدات القديمة على يدي جاليليو .

كان مجرد الاعتقاد بنظرية كوبرنيكوس واتساع الكون وأن الأرض تشغل جزءاً صغيراً منه هدماً للصورة القديمة له التي تصوره على هيئة مدارات مقفلة شفافة خلقها الله وأدام حركتها واذا كان هناك عوالم اخرى على هذه الأرض أفلا يمكن ان يكون هناك مثلها في السماء ؟ كانت هذه هي المرطقة التي من اجلها فقد برونو Bruno حياته .

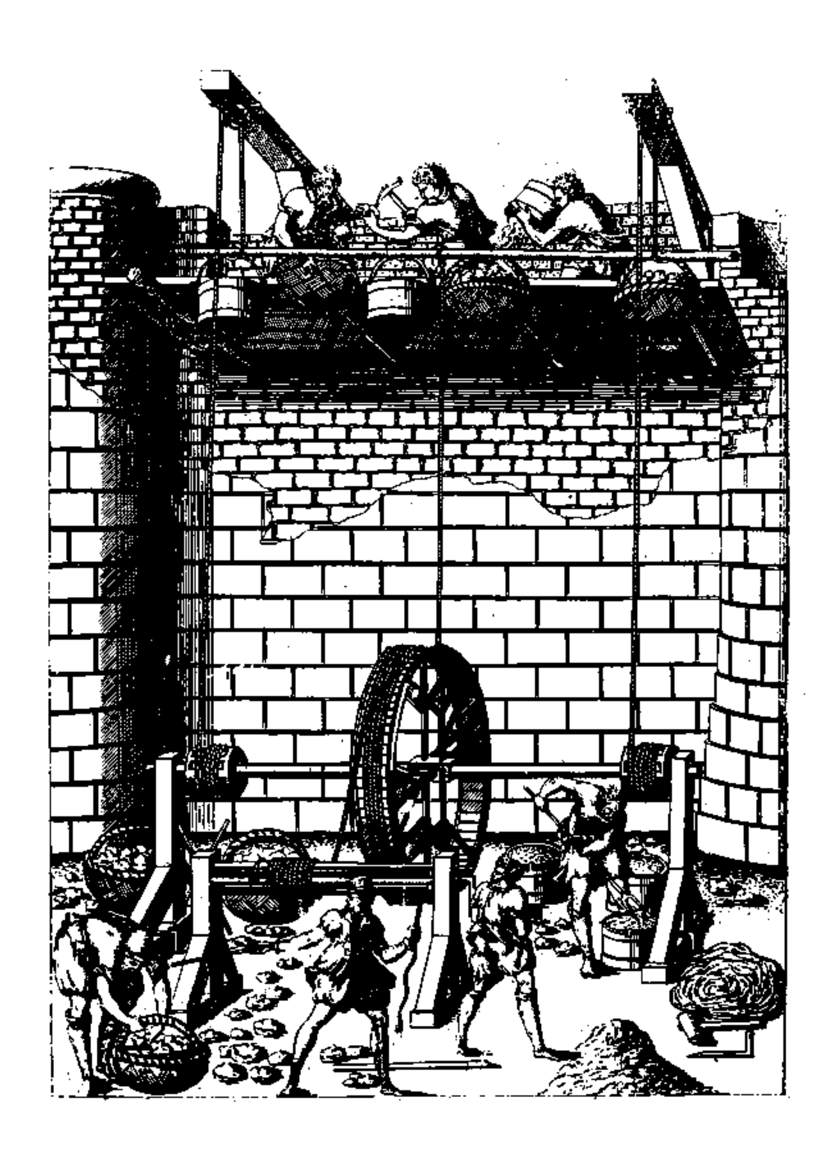


شكل (١١٤)

نظام كوبرنيكوس للمجموعة الشمسية . هذا النقش على الخشب البدائي التفكير يبين النظرية الثورية لدوران الأرض قبل عصر النهضة ، ويبين هذا الرسم الكون على هيئة مدارات مركزية ومركزها ليس الأرض فقد نزعها رجل من عرشها . الصورة مأخوذة من كتاب نيكولاس كوبرنيكوس « دورة الاجرام السماوية» .

انجازات عصر النهضة

كانت المرحلة الأولى للثورة العلمية مرحلة هدم للآراء والمعتقدات القديمة وسط شعاع مضيء وهو نظرية كوبرنيكوس ، ولم تكن هذه النظرية هي الوحيدة



شكل (١١٥)

مختلف الأدوات الهندسية التي استخدمت في البناء اثناء القرن السادس عشر عنها في العهود السابقة حيث استخدمت الكتل الخشبية والحبال والرافعات وغيرها من الوسائل للحصول على المزايا الميكانيكية / الصورة مأخوذة من كتاب لمؤلفه جاك بسون Jacques Besson .

المضيئة بل كانت هناك نظريات اخرى في التشريح والكيمياء التي اثبتت عدم صحة المعتقدات القديمة وعدم الاقتناع بطرق التفكير فيها / واذا كان رجال الأصلاح قد وجدوا الحلول لبعض المشاكل التي اعترضتهم فإنهم على الأقل افسحوا الطريق لايجاد الحلول لبقية المشاكل وكذلك الكفاح ضد الآراء والمعتقدات في العهود التالية /.

/ وفي مجال العلم تميز عصر النهضة بأنه عصر الانجازات القاطعة ، ففيه تضاءلت المحاولات العلمية القليلة التي تمت في العصور الوسطى لصعوبة اثباتها عملياً ، اما انجازات ملاحي عصر النهضة فقد اثبتت جدواها وفاعليتها واعطت ما كان مطلوباً وضرورياً وهو الأمن وتطور العمليات التطبيقية / كان مجال الملاحة في حاجة الى المعلومات الفلكية والبحرية ولذلك استمر الأخذ بكل ما كان يتعلق بهذه المواضيع من معلومات الأجيال السابقة سواء في التنجيم أو التقويم وكان لا بد للعلوم الميكانيكية والديناميكية من مقومات خاصة في مجال تطوير الآلات مثل المدفعية / ومنذ ذلك التاريخ اصبح العلم في مأمن لضرورته الحيوية لجميع المشروعات المربحة سواء في السلم أو في الحرب ، وبعد ذلك امكن للعلم من ان يقدم خدماته للصناعة والزراعة والطب / أما الأهمية الكبرى لعصر النهضة فكانت تلك التي سجلت أول خروج على قواعد الاقتصاد والسياسة والآراء التي سادت اقطاعية القرون الوسطى / ومن ناحية اخرى كان ضرورياً ان تستمر معظم الأعمال الانشائية في تطورها دون الرجوع الى الخلف / اما العلم فبدأ بنقش طابعه على تاريخ البشرية ٤-٢ ، ٩ ، ٦٠ . /

(٧ ـ ٤) المرحلة الثانية

العلم خلال الفترة البرجوازية الأولى (١٥٤٠ ـ ١٦٥٠)

ليس للفترة ما بين عام ١٥٤٠ ـ ١٦٥٠ اسم تعرف به في التاريخ فقد سماها البعض النهضة المضادة Counter Renaissance ويفهم من هذا الاسم أنه حدث تفاعل كبير جداً ضد المرحلة الأولى ولكن هذا غير صحيح ، ففي الحقيقة تشمل هذه المرحلة محاولات مناهضة للأصلاح مع شيوع الطابع الباروكي Baroque (زخرفة معقدة) اما ملامح هذه المرحلة الواضحة فهي الحروب الدينية العديدة التي انتشرت في فرنسا (١٥٦٠ ـ ١٥٩٨) وفي الأراضي الواطئة (١٥٧٢ ـ ١٦٠٩) وفي المانيا (١٦١٨ ـ ١٦٤٨) والتي أدت الى قيام اتحاد الولايات الهولندية

والكومنولث البريطاني عام ١٦٤٩ ، وكان لهذين الحدثين اثر كبير فهما يشيران الى انتصار السياسة البرجوازية الجديدة في هاتين المملكتين وفيهما تركزت معظم تجارة وصناعة العالم ./

وفي مجال العلم تشمل هذه المرحلة أول الأنتصارات العلمية وهو اعتناق مبدأ المشاهدة المبنية على التجربة وبدء انتشار نظرية كوبرنيكوس عن المجموعة الشمسية بالرغم من معارضة الكنيسة حتى جاء جاليليو فثبت اقدامها ./

/ تشمل هذه المرحلة أعمال جلبرت Gilbert الذي وصف الأرض بالمغناطيس الكبير عام ١٦٠٠ وكذلك اكتشاف هارفي Harvey للدورة الدموية عام ١٦٢٨ وعاصرت أيضا أول استعمال للتليسكوب والميكروسكوب ./ اما في الاقتصاد فلقد عاصرت هذه المرحلة بلوغ الملاحة ذروتها حيث شملت التجارة الخارجية وكذلك التجارة الداخلية بين الدول الأوروبية ./تميزت هذه المرحلة ايضاً بارتفاع كبير في الأسعار نتيجة انسياب الفضة الأمريكية وانهيار الاقطاع في غرب أوروبا وخاصة في هولندا وانكلترا وزيادة البطالة وانخفاض في الأجور مما سبب انخفاض تكاليف الانتاج واتساع الأسواق مع زيادة الطلب على القوى العاملة ./ كل هذا أوجد ثراء غير متوقع ولامألوف لهؤلاء التجار وأصحاب المصانع الذين كانوا يعبرون المحيط في رحلاتهم واستطاعوا جلب موارد كثيرة وايجاد اسواق عديدة(٤-٥، ١٤)من ناحية اخرى كان من نتيجة اكتشاف طرق جديدة للملاحة ونشوب الحروب اثر مدمر على اقتصاديات المانيا التي كانت اكثر دول اوروبا تطوراً في أوائل القرن السادس عشر ./ ١٥٠٠

كانت خسارة دول وسط اوروبا اكبر بكثير من الدول الأخرى / اما مركز التجارةالأوروبي بل العالميالجديدفانتقل الى البلدان المحيطة ببحر الشمال أولاً في هولندا ثم انكلترا ثم شمال فرنسا / هناك في هذه الدول وعلى عكس الدول البحرية كأسبانيا والبرتغال حيث استمر النظام الاقطاعي تضامنت الصناعة مع التجارة ولذلك هاجر الفنيون الألمان والإيطاليون وانتشروا في الدول الشمالية ناشرين فيها منجزات النهضة الفنية والآلية / وفي نفس الوقت زاد الطلب على القمح لتغذية الأعداد المتزايدة من سكان هولندا وانكلترا / وكذلك القنب والخشب والقار والحديد لبناء السفن مما احيا اقتصاديات دول بحر البلطيق / كالدانيمارك والسويد وبولندا وروسيا التي بدأت في الظهور كقوى مستقلة ./

كان المنتفعون الأصليون في هذه المرحلة الثانية للثورة الاقتصادية هم التجار الهولنديين والانكليز الذين كانت تساندهم عمليات الزراعة وصيد الأسماك المنتعشة / جلبت هذه الثروات القوة للبرجوازيين ولكن ذلك لم يكن سهلاً فقد تم ذلك نتيجة سنوات عديدة من الصراعات والحروب ضد الملوك والأمراء في اسبانيا وفي انكلترا الذين ايقنوا انهم لا يستطيعون حكم رعاياهم تحت ظل النظام الأقطاعي دون المشاركة في الأرباح / تبدو الأسباب الظاهرة لهذا الصراع دينية ولكن على الأقل كانت هذه الأسباب مبرراً للاقتناع بأن الحركات البرجوازية السياسية والأقتصادية الجديدة تميل الى معتقدات كالفن Calvin اكثر من ميلها الى معتقدات الكنيسة الكاثوليكية أو البروتستانتية ./

تطور التكنولوجيا

كانت هذه المرحلة مرحلة تطور مستمر في معدل وطبيعة الأعمال الفنية دون أي ابتكارات ثورية ميزت العهود السابقة واللاحقة ، وكانت الزراعة لا زالت المهنة السائدة ، اما الصناعة وخاصة صناعة الملابس الصوفية فكانت أهم الصناعات ، أما التطور الحقيقي فكان في مجال الهواء ، وفي هذه المرحلة تطورت صناعة السفن ومعها الملاحة / ومع ازدهار التجارة وخفض مصاريف النقل البحري ازدادت الطبقة البرجوازية ثراءاً واصبحت الأشياء الكمالية كالحرير والزجاج من الضروريات بينما ظهرت في اسواق اوروبا منتجات الشرق والغرب كالقطن والصيني والكاكاو والدخان ./ وفي هولندا والفلاندز بدأ فن الرسم في هجر الكنيسة وقصور النبلاء واصبح يخدم عامة الشعب في طعامهم وشرابهم ولهوهم ، وفي هذا الوقت تم للهولنديين وضع مقاييس الحياة البرجوازية في المدن والريف كما استثمرت الأموال في الحدائق والحقول ./

الفرن العالي والحديد الزهر

حدث في هذه المرحلة تطور هام غير منتظر في صناعة المنتجات الحديدية ومشتقاته / وكانت هذه الصناعة قد اكتملت في اوروبا منذ القرن الرابع عشر ، وبدأ هذا التطور يحدث آثاره القوية والقاطعة ./ عرف الحديد الزهر في الصين منذ القرن الأول قبل الميلاد ، أما ظهوره في اوروبا فكان مستقلاً تماماً ./ وكان انتاجه نموذجاً للتغير الجوهري الذي حدث عند تغير طريقة العمل ، فمنذ ثلاثة آلاف سنة كان الحديد يجهز بطريقة الاختزال مع الفحم تحت درجة حرارة

منخفضة في افران صهر صغيرة ثم يترك الحديد على هيئة كتل رخوة، وخلال العصور الوسطى كبرت هذه الأفران واستخدمت مضخات للهواء واخيراً القوى الهيدروليكية لدفع الهواء في الأفران ، وحدث ان ارتفعت درجة حرارة الفرن كثيراً فإذا بالحديد ينصهر ويتحول من حديد قابل للطرق الى حديد خشن غير قابل للطرق.٤-١٤٤ وفي حوض الرين في القرن الرابع عشر جاءت فكرت انسياب الحديد على الأرض أمام الفرن في حفرة والتي اصبحت الخنزيرة Sow حيث يتجمع الحديد الخام (الغفل) ، وفي الأصل كان التحسن في الحديد الغفل صعباً ومطيئاً ولكن عند انتشار طريقة صناعته الجديدة استبدلت الأفران المستعملة بالأفران العالية ، وفي أواخر القرن السادس عشر اصبح انتاج الحديد يقاس بالأطنان وليس بالكيلوات٥-٢ وبذلك قلت الحاجة إلى استعمال الحديد الغالي الثمن في العمليات الفنية ، ولكن ظهر عائق جديد سببه نقص في كميات الفحم الحجري اللازمة لصهر خام الحديد ، وفي نفس الوقت فقدت المناطق القديمة لانتاج الفحم مثل ويلزم في سسكس زعامتها وانتقلت الى السويد وروسيا لوفرة انتاجها للخشب والحديد وهما سبب انتعاش اقتصادياتها في مجالي السلم والحرب ووصولها الى المستوى العالمي/ بمجرد استعمال البرونز في صناعة الأجراس بدأ استعماله في صناعة المعدات الحربية وخاصة المدافع ،/وقد نالت انكلترا شهرة عالمية في صناعتها وراجت تجارتها بين ممالك العالم./اما المدافع التي كانت تستعملها المراكب الأسبانية والجزائرية فأغلب الظن أنها صنعت بعيداً عن سسكس ٤-١٤٤./

فوائد الفحم

كان نقص كميات الخشب اللازمة لصهر الحديد احد الأسباب العديدة لأزمة الخشب التي اثرت على اقتصاديات هولندا وانكلترا في أواخر القرن السادس عشر/ ومن ناحية اخرى كان لنجاح الأعمال التجارية السبب في زيادة الطلب على الخشب لبناء السفن والمساكن وصناعة الملح والصابون بجانب الاستهلاك المنزلي بدرجة تفوق ما تمده الغابات المحلية / ولقد امكن سد بعض الفراغ باستيراد جزء من الخشب المطلوب من الممالك المجاورة ولكن ذلك لم يكن كافياً/ وكان الحل هو استعمال الفحم المكتشف منذ العصر الروماني في اسكتلندا ونورثمبريا Northimbria ، وكان يصدر الى اوروبا والممالك الأخرى في العصور الوسطى ،

وبالرغم من قذارة الفحم والقوانين التي تحرم استعماله فقد استخدمه العامة كوقود .

كلما ارتفع ثمن الخشب زاد الطلب على الفحم فارتفع انتاجه بسرعة ، ففي السنوات من ١٥٦٤ الى ١٦٣٤ زاد انتاج الفحم في نيوكسل أربع عشرة مرة فبلغ نصف مليون طن سنوياً تقريباً ، ونتيجة لذلك بذلت مجهودات فنية جديدة لتحسين عمليات الحصول عليه من مناجم عميقة ، وأدى ذلك الى استخدام اجهزة حديثة كانت تستعمل في مناجم المعادن في اوروبا وخاصة المضخات كما اقيمت السكك الحديدية لنقل الفحم من المناجم ، وفي الحقيقة حل الفحم ازمة الوقود المتكررة والتي دفعت بالمدنية خطوات الى الأمام ونجت الغابات من القضاء عليها ، ومنذ ذلك التاريخ انتقل مركز الصناعة ومعه مركز المدنية الى مناطق استخراج الفحم وبقي هناك اربعمائة عام على الأقل ، وكان هذا هو السبب الحقيقي لسيادة انكلترا في عالم الصناعة ، وفي وصفه ليوركشير قال ثاقب الفكر دانيال ديفو Daniel Defoe « هكذا كان جمال الطبيعة لهذا القطر الذي لم ار له مثيلاً في أي منطقة من مناطق انكلترا وكما اعتقد لا يوجد له مثيل في انحاء العالم ، وفي هذا القطر يوجد شيئان اساسيان أوجدهما الله لمصلحة السكان ورفاهيتهم واعني بهما الفحم والمياه المنسابة من قمم التلال ، ولا شك ان تلك النعم هي من صنع العناية الآلهية الذكية التي اوجدها الله سبحانه وتعالى لخدمة الصناعة والتي بدونها لا تقوم لها قائمة ولا تستطيع الاستمرار ، وبدون الصناعة لا يستطيع حتى خمس عدد السكان العيش ، حيث ان موارد الزراعة فيها لا تكفي حاجة السكان » .

لم تستطع الابتكارات الفنية ولا استعمال الوسائل العلمية الوصول بالصناعة في أواخر القرن السادس عشر وأوائل السابع عشر ـ والتي سميت بالثورة الأولى للصناعة ـ الى ما وصلت اليه في القرن الثامن عشر والتي سميت حقاً بالثورة الكبرى للصناعة ، ومع ذلك نرى ان الابتكارات الفنية في صناعة القرنين السادس والسابع عشر كانت البداية لثورة القرن الثامن عشر ، وقبل ذلك التاريخ كان من الممكن تصور الانتقال من استعمال الخشب الى الحديد ومن استعمال القوى المائية الى البخارية ، اما الآن فأصبح هذا الانتقال ممكناً وضرورياً ، كان من نتيجة الطلب المتزايد على المواد الأولية المحدودة الحجم قيام الثورة الصناعية والبحث عن موارد جديدة ووسائل فنية حديثة .

المخططون : سيمون ستورتيڤانت Simon Sturtevant

كان نفس الضغط المتزياد السابق ذكره على المواد الأولية السبب في تغيير المواقف تجاه كل شيء جديد ، وبمجرد أن اصبح الكسب حلالاً واصبحت تجارة الحديد تجلب الثراء كان من الضروري احتضان الجديد بدلاً من تحاشيه ، وفي الحقيقة كانت هذه التجارة مصدراً لظهور الأفكار المبدعة والتي ارجع اليها الأستاذ بترفيلد Butterfield مولد العلم الحديث[٤-١] . عاصر نهاية القرن السادس عشر وبداية القرن السابع عشر مولد جيل المخططين والذي سمي بعد ذلك بجيل المخترعين . لم يكتف هؤلاء الرجال بالكلام كما فعل روجر باكون Roger Bacon عن الآلات الجديدة ولكن عرضوا تصميمها ، وفي بعض الحالات قاموا ايضاً بتصنيعها ٤- ١٤٩ .

ومن هؤلاء كورنيليس دريبيل Cornelius Drebbel (١٥٧٢ - ١٦٣٤) الذي اخترع غواصة وعرضها في نهر التيمس وسيمون ستورتيفانت ذو الوجه الحزين الذي لا ينسى وكان قسيساً شاذ الطباع متطلعاً الى اعلى ، جاء في مقدمة كتابه « ان عمليات الصهر واستعمال الحديد الصلب وغيره من المعادن مع الفحم لا بد وان تصون غابات واخشاب بلادنا » . اما سر شهرة ستورتيفانت وكيف احتل هذا المركز الرفيع فلا احد يعلم ، ولكنه ترك لنا ثروة غنية من الابتكارات الفنية والنظم الاقتصادية وكان ذلك قبل بزوغ عصر الصناعة الجديد . ومن دراسات ستورتيفانت الاستقصاء Heuretica ومعناه دراسة كيفية القيام بالبحث عن الجديد والحكم على القديم ، وفي هذا الموضوع قسم البحث الى جزءين : الجزء الأول يختص برأس المال وسماه Organick عضوي أما الجزء الثاني فيختص بالناحية الفنية وسماه تقنية Technick وهو الخاص بمهارة الحرفيين . وفي تحليله لعملية الاختراع أو الابتكار ميز المراحل الآتية : عمل الرسومات ـ عمل النماذج على الورق ـ عمل النماذج المجسمة واخيراً عمل نموذج كامل بالحجم الطبيعي تبعاً للمواصفات المذكورة واجراء التجارب عليه . كان ستورتيفانت على دراية تامة بتقدير التكاليف لتنفيذ الاختراع وقيمة الأرباح المنتظرة وكيفية زيادة رأس المال ، ولكن بالرغم من قدراته هذه لم يكتب له النجاح في شيء ، ولم يكن هذا الفشل نتيجة عدم قدراته الفنية لأنه اثبت جدارته في صنع الأدوات الفخارية التي لا زلنا نستعملها اليوم . أما الأسباب الحقيقية فغالباً ما تكون نتيجة الظروف السائدة في هذه الفترة والتي لم تكن ملائمة لمثل هذه الطرق في استثمار رؤوس الأموال .



شكل (١١٦)

اول رسم يبين السكك الحديدية ، تبين الصورة القضبان الخشبية والعربات التي تحمل الفحم من المناجم ، من كتاب Cosmographia الكوزموغرافيا لمؤلفه Sebastian (١٤٨٩ - ١٥٥٢)

قدر استورتيفانت الأرباح السنوية من احتكار الحديد بمقدار ٣٣٠٠٠٠ جنيه استرليني وبناء على ذلك قسم الأرباح الى ثلاثة وثلاثين نصيباً (حصة) نال منها الملك والأمراء والندماء ثمانية عشر نصيباً اما هو فنال نصيباً واحداً ، والباقي وقدره اربعة عشر نصيباً فوزعها على المكتتبين والذين ساهموا في اتمام العمل ، وللأسف ضاع كل شيء بسبب انحراف واسراف رجال الملك ، ولكن اثنين من المكتتبين

/ استطاعا سرقة الوثائق من استورتيفانت واتهماه بمخالفة القوانين ولكنهما لم يستطيعا ادارة المشروع بنفسيهما لأن الوثائق كانت معقدة التنفيذ(*)(٣) ./

/ لم تستطع الصناعة الحديثة النهوض من حالتها في عصر الاقطاع أو التخلص من احتكار امراء عصر النهضة لحاجتها الشديدة الى المال ، اما التقدم الفني الحقيقي للصناعة فجاء على ايدي رجال صغار استطاعوا بجدهم ان يستثمروا رؤ وس اموالهم / تم هذا في القرن التالي عندما انتهت امتيازات الملوك والنبلاء والنقابات ./

/ الحكماء الجدد التجريبيون

في هذا الجو قامت صحوة العلم الحديث في اوروبا ، وبالرغم من التوسع في الامتيازات والفوضى السائدة كان العلم مفيداً ومناسباً / حتى الحركة المناهضة للأصلاح التي نجحت في وقف انتشار المبادىء البروتستانتية في اوروبا لم تؤ ثر كثيراً في تطور العلم / كان اليسوعيون من الذكاء حيث انهم ادركوا انهم بالعلم يمكنهم ان يكتسبوا اتباعاً اكثر بكثير مما لو عارضوه / ولذلك اندمجوا بقوة في الأوساط العلمية وساهموا في تقدم العلوم وخاصة علم الفلك الجديد / وقاموا بنشره وانشاء المراصد الفلكية في الهند والصين واليابان / وفي نفس الوقت كانوا رقباء وكلاب حراسة داخل هذه المجتمعات العلمية ليمنعوا أي افكار تمس التعاليم الدينية ، ولكنهم وبغير ارادتهم ساهموا في تطور العلوم واعطاء الحرية للعلماء في البحث والتجربة وذلك في الممالك البروتستانتية /

/ وبدلاً من تجمع المراكز العلمية في ايطاليا في القرن الخامس عشر انتشرت هذه المراكز في جميع الممالك الأوروبية / ومع ذلك استمر تفوق الثقافة الايطالية بعد تدهورها السياسي والأقتصادي / ولذلك كانت ايطاليا أول دولة اوروبية تتخلص من النظم الاقطاعية وبقيت مركزاً للثقافة الأوروبية مدة طويلة بعد ان فقدت اهميتها السياسية والأقتصادية / كانت هذه الثقافة متوازنة تماماً حيث انشئت في ايطاليا وحدها الجامعات لتدريس العلوم الحديثة وكان الأساتذة رجالاً في حاشية الملك فاستطاعوا ان يجمعوا بين العلوم التطبيقية والتعاليم المدرسية التقليدية ./
/ ومهما كان البلد الذي ظهر فيه العلماء الجدد سواء بولندا أو انكلترا أو فرنسا ففي ايطاليا نمت ثقافة العلماء وفيها احرزوا معظم انجازاتهم ./

/ لم يلبث الحكماء التجريبيون أو ما نسميهم اليوم بالعلماء ان أصبحوا جزءاً من

المجتمع في معظم مدن عصر النهضة وظهروا كأعضاء بارزين بين الطبقة البرجوازية الجديدة وكان منهم المحامون امثال فيتا Vieta وفرمات Fermat وباكون Bacon والأطباء امثال كوبرنيكوس Copernicus وجلبرت Gilbert وهارفي



شكل (١١٧)

رسم بالقلم الرصاص لتيكو براهي Tycko Brahe (١٥٤٦ - ١٦٠١) عميد رجال الفلك في عصر النهضة ·

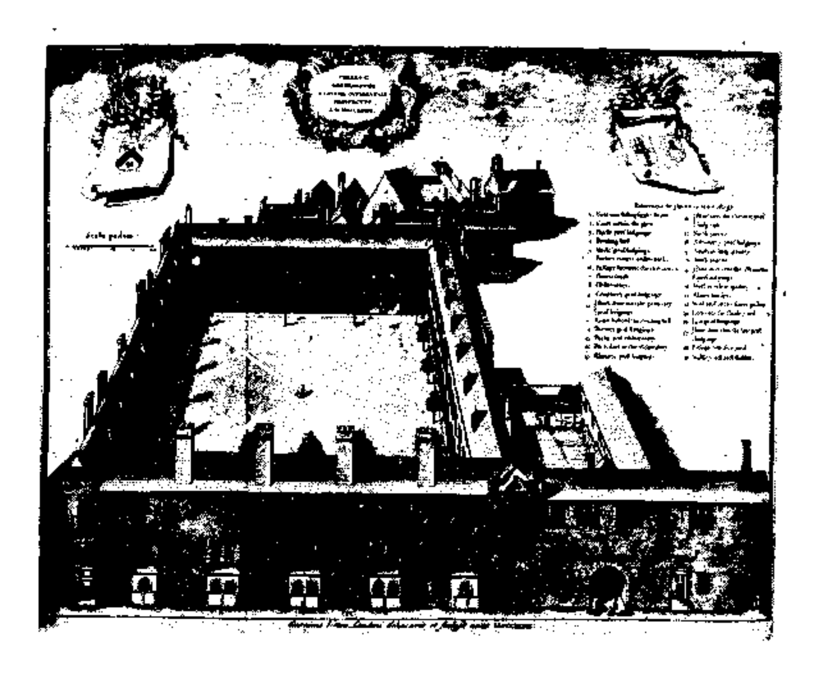
Harvey والنبلاء امثال تيكو براهي Tycho Brahe وديكارت Descartes وفون جويريك Von Guericke وفان هلمونت Von Helmont وبعض رجال الكنيسة امثال ميرسين Mersenne وجاسندي Gassendi وواحد أو اثنين من عامة الشعب مثل كبلر Kepler. وعلى مر العصور ظهر العلماء كأنهم منعزلون ولكن في الحقيقة كان ذلك بسبب قلتهم وسهولة الاتصال بينهم اكثر مما هو حادث اليوم بين علماء العصر الحاضر بأعدادهم الكبيرة وتأخر نشر ابحاثهم والقيود السياسية والحربية المفروضة عليهم.

الثقافة العلمية - كلية جريشام Gresham College

بدأت الثقافة العلمية في هولندا وانكلترا مع التغير الذي حدث في الملاحة وتقليداً للمدارس الاسبانية والبرتغالية في المرحلة الأولى : ساهم الفلمنكيون امثال جما فريسيس Gemma Frisius (١٥٠٨ - ١٥٥٥) وجيرار ميركاتور Gerard Mercator (١٥١٢ - ١٥٩٤) في عمل الخرائط الملاحية الدقيقة وتبعهم في ذلك الجغرافيون الانكليز واولهم جون دي John Dee (١٥٢٧ - ١٦٠٨) وكان معروفاً كعالم تنجيم وكان صديقاً ومرشداً لكثير من مشاهير الملاحين في عهد الملكة اليزابيث ويعتبر أول عالم انكليزي في المرحلة الجديدة. كانت كلية جريشام أول كلية لتدريس العلوم الحديثة في انكلترا ، تأسست عام ١٥٧٩ ، تنفيذاً لرغبة سير توماس جريشام Thomas Gresham (١٥١٩ - ١٥٧٩) وهو احد تجار لندن المشهورين وممول الملكية وهو الذي جسد العلاقة بين رأس المال والعلم الجديد ، ولم تكن كلية جريشام مكاناً لتدريس العلوم الانسانية فقط كمعظم كليات فرنسا في العصور السابقة بل كانت المحاضرات تلقي فيها باللغتين الأنكليزية واللاتينية ، وخصص واحد من اساتذتها السبعة لتدريس علمي الفلك والجغرافيا والثاني في الأجهزة المستعملة في الملاحة على مستوى البحارة[٤-٧٩] واستمرت كلية جريشام المركز العلمي لأنكلترا قرابة قرن من الزمان وفي أروقتها تأسست واجتمعت الجمعية الملكية[٤-٨٣].

ساير معظم علماء هذا العصر دون نقاش البدع التي كانت شائعة في العصور القديمة والمتوسطة لأن العلم كان مهتماً بالفنون والطبيعة ومظاهرها ، وكانت وظيفته في المقام الأول خدمة الأنسان ورفاهيته. كان معظم العلماء في ذلك الوقت في خدمة الدولة وحاولوا تبرير وجودهم في هذه الوظائف بعمل الاختراعات سواء

في السلم أو الحرب ، وكانت أصالتهم وقوة ابداعهم تبدو سطحية لاعتمادهم على نفس التقاليد الموروثة واستعمالهم نفس الأساليب القديمة ، ولذلك كانت تنتهي بنفس المشاكل التي كانت محدودة في العصور القديمة بالمقارنة مع تلك التي عاصرت الأنتشار العالمي للنهضة أو مشاكل البحوث العلمية الخاصة بمظاهر الطبيعة في المرحلة التالية / اما المشاكل الملحة التي كانت تطرح نفسها هي التي كانت تتعلق بالأجرام السماوية والتي أدت الى الأهتمام بالفلك وطرق استخدامه في الملاحة ، وكذلك حركات القوى الدافعة والآلات وطبيعة عمل الجسم البشري / لم يكن برنامجهم سلبياً خالصاً كما كان في المرحلة الأولى لعصر النهضة بل أوجدوا الحلول البديلة لكل نظرية يهدمونها من أعمال أرسطو وجالين / وفي هذا المجال نجحوا نجاحاً فاق كل توقع ولو ان الحصيلة النهائية ادخرت لعصر نيوتن ./



شكل (١١٨)

كلية جريشام من نقش جورج فيرتو George Vertue (١٦٨٤ ـ ١٧٦٥) الصورة مأخوذة من كتاب « حياة الأساتذة » لمؤلفه جون وارد John Ward .

(٧ ـ ٥) تحقيق نظرية المجموعة الشمسية

اخذ التردد في قبول نظرية كوبرنيكوس بعض الوقت ، فقد قوبلت بالترحاب من الفلكيين المحترفين لسهولة فهمها واستطاعتها تصحيح الخرائط والجداول الفلكية ، ولو ان هذه الخرائط لم تكن دقيقة في ذلك الوقت ، وبعد ذلك قبلها الذين وجدوا فيها الأثبات المقنع لحماقة الأفكار القديمة للعصور المتوسطة وكذلك آراء أرسطو عن الفضاء ، من الذين قبلوا نظرية كوبرنيكوس الشهيد جيوردانو برونو Giordano Bruno (١٥٨٤ ـ ١٦٠٠)[٤-١٣٦] ، ولد برونو في نولا Nola بالقرب من نابولي ، وكان له مزاج ناري وخيال خصب ولم يلبث ان تشاجر مع المسؤولين في الدير الذي التحق به ، وذهب يتجول في اوروبا مجادلاً وناشراً الكتب والنشرات داعياً المذهب الصوفي للوليان Lulian وفكرة تعدد العوالم ، كانت قدراته عظيمة بحيث استطاع ان يقنع ويؤثر في اصحاب المصانع والتجار وايضاً العلماء ولكن لسانه اللاذع اوجد له الأعداء اكثر من الأصدقاء ، ولذلك كان كثير الترحال ، واخيراً قادته مغامرته الغير حذرة الى البندقية عام ١٥٩٢ حيث وشي به وسلم الى محاكم التفتيش الرومانية ، التي حكمت عليه بالموت حرقاً لهرطقته ، لم يكن برونو شهيداً للعلم بقدر ما كان لحرية الكلمة ، لم يقم بأي تجربة أو يسجل أي ملاحظة ولكنه كان لآخر لحظة من حياته مؤمناً بحقه في الكلام واستخلاص النتائج التي يستنتجها هو من الحقائق العلمية .

جعل برونو الناس يفكرون ويتناقشون في صحة نظرية كوبرنيكوس ، وبقدر ما افزع اعدامه جميع الكاثوليك شجع الكثيرين من البروتستانت ولم يكن الأخذ بنظرية كوبرنيكوس ووضعها موضع التنفيذ سهلاً بل أثارت الكثير من الجدل الحاد ، وكان ما ينقص هذه النظرية الوصف الدقيق لمدارات الكواكب ، وهو الشيء الذي كان على الفلكيين التحقق منه ، وكذلك المناقشات المقنعة لأثبات دوران الأرض الذي لا تدركه العين ، وهو عمل تطلب خلق نظرية علمية جديدة في الديناميكا .

يورانيبورج وتيخو براهي

اما الانجاز الأول وهو الوصف الدقيق لمدارات الكواكب والنجوم فقد اتمه عالمان عظيمان هما تيخو براهي Tycho Brahe (١٥٤٦ ـ ١٦٠١) ومساعده جوهانز كبلر Johannes Kepler (١٥٧١ ـ ١٦٣٠) كان براهي نبيلاً دانيماركياً

قوي النفوذ استطاع التأثير على الملك فردريك الثاني وانشأ أول معهد حقيقي للأبحاث في العالم الحديث وهو معهد يورانبرج Uranborg في جزيرة هيفين Hevean عام ١٥٧٦ . هناك في هذا المعهد وبواسطة اجهزة خاصة استطاع براهي ان يحصل على مجموعة من المشاهدات الدقيقة الخاصة بمركز النجوم والكواكب بحيث اصبحت كل المعلومات السابقة في هذا الموضوع غير صحيحة وبطل استخدامها. كان براهي متأثراً بأعمال كوبرنيكوس ولكنه فضل نظامه الذي وضعه، وفي هذا النظام يشير الى ان الشمس تدور حول الأرض ولكن الكواكب الأخرى تدور حول الشمس وهي في الحقيقة تنتسب الى نظرية كوبرنيكوس. لقد اختار براهي النظام الذي يتفق مع المشاهدات دون ان يقلق نفسه باستحالة تحقيق ذلك بالطرق الفيزيائية، واستطاع براهه ان يقضي على نظام ارسطو دون الأصرار على ذلك بأثبات وجود نجم ١٥٧٢ الجديد وسط النجوم الثابتة دون تغيير. عاصر براهي مرحلة انتقالية بالنسبة لعلم الفلك وبه المرحلة التي بطلت فيها الحاجة الى المعلومات الفلكية لاستخدامها في عمليات التنجيم واستخدامها في مجالات جديدة وهي الحصول على حقائق علمية دقيقة لخدمة رجال الملاحة.

كبلر Kepler

اصبحت اعمال تيخو اكثر فائدة في تطوير العلم عندما استخدمها كبلر Kepler . كان كبلر ابناً لوالدين فقيرين وعاش حياة كلها منازعات وتثبيط هـم بسبب طباعه الغريبة وكان أول عالم بروتستانتي ولو انه عمل معظم وقته في الدول الكاثوليكية . جمع كبلر بطريقة غير عادية تصوراته الغريبة المطبوعة بالأعمال السحرية مع الدقة المتناهية والنزاهة المطلقة في قياساته وحساباته كان الباعث الهام وراء اعماله رغبته الوهمية في اختراق اسوار الكون ومعرفة اسراره كما يدل على ذلك عنوان مؤلفه الأول (Mysterium Cosmographicum) « الكوزموغرافيا الغامضة »[٤-٩٩] ولكنه كان يريد العيش في سلام وكما قال « منح الله كل حيوان مقومات بقائه وللفلكيين هيأ لهم التنجيم » ساعد كبلر تيخو براهه في أواخر ايامه في معهده الكيماوي الفلكي الذي انشأه الأمبراطور رودلف الثاني في براغ . ان وجود البحوث العلمية النشطة والمعانة من الدولة في القرن السادس عشر في بولندا والدانيمارك وبوهيميا لدليل على الأزدهار الاقتصادي في هذه الدول .

حاول كبلر ايجاد احسن طريقة لبيان حركة الكواكب بمنحنى واحد وكان

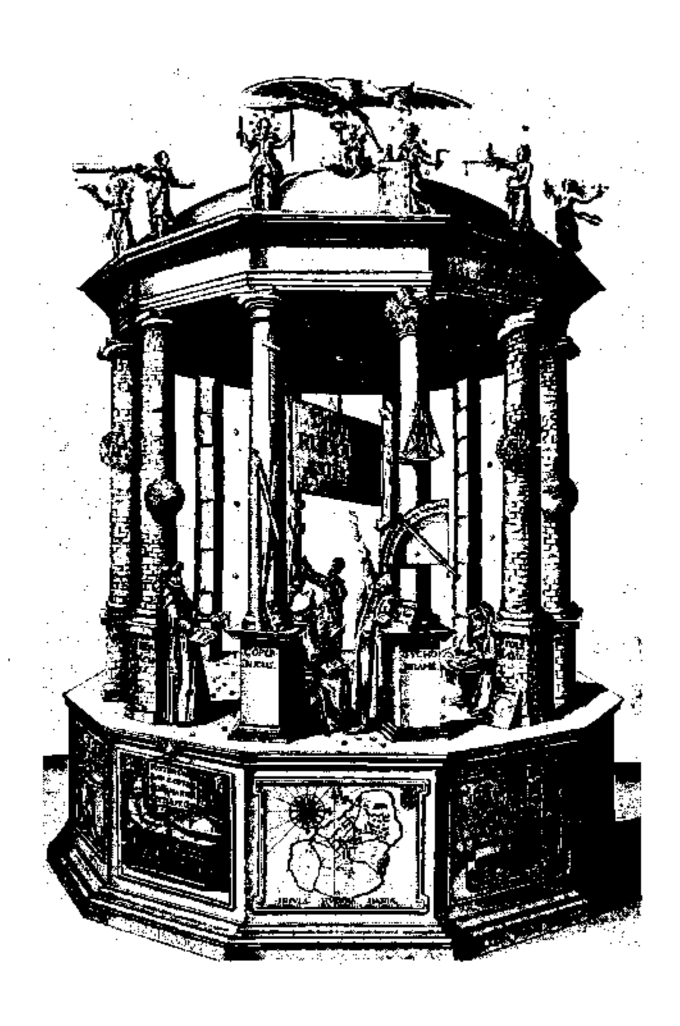
كوبرنيكوس متمسكاً بوجود مدارات تدور حول مركز مشترك ولكن لم يكن ذلك ممكناً لمخالفته للمشاهدات الدقيقة الجديدة ، واخيراً وبعد محاولات فاشلة وجد ان الحل الوحيد لشرح حركات المريخ هو ان مداره ليس دائرياً ولكن اهليليجيا يدور حول الشمس / لم تكن فكرة اهليلجية المدارات جديدة فقد اكتشفها الفيلسوف ارزاشيل Arzachel(١٠٢٩ ـ ١٠٨٧) من مدينة توليدو Toledo في القرن الحادي عشر ، ولكن على فروض غير صحيحة / كان سبب نجاح كبلر انه جاء في الوقت الذي اصبحت فيه المعلومات دقيقة وصحيحة لتثبت بأن المدارات الدائرية لا تصلح اساساً لشرح الظواهر الفلكية ، ولم يدم هذا طويلاً حيث اكتشف بأن هذه المدارات ليست اهليليجية تماماً ولكن منحنيات معقدة والتي قام بشرحها بعد ذلك اينشتين Einstein. /

ان نظرية المدارات الأهليليجية والقانونين الآخرين اللتين استعان بهما كبلر في قياس سرعة الكواكب في مداراتها ابطلت المعارضة ضد نظرية كوبرنيكوس واصابت نظرية فيزاغورس ـ افلاطون بالضربة القاضية وهي التي تقول بأن العناية الإلهية لا تصنع إلا الكمال وهي الحركة الدائرية فقط وحتى كوبرنيكوس كان يؤمن بها(*)(٤) / لم تكن مشاهدات كبلر الفلكية هي العناصر الأكيدة لقيام الثورة الكبرى في عقول الرجال والتي أدت الى الصورة الجديدة للكون ولكنها دون شك كانت أساس الثورة على تصورنا للكون على اسس كمية وديناميكية وهي التي مكنت نيوتون من صياغة قوانين الحركة والجاذبية. /

شكل (١١٩)

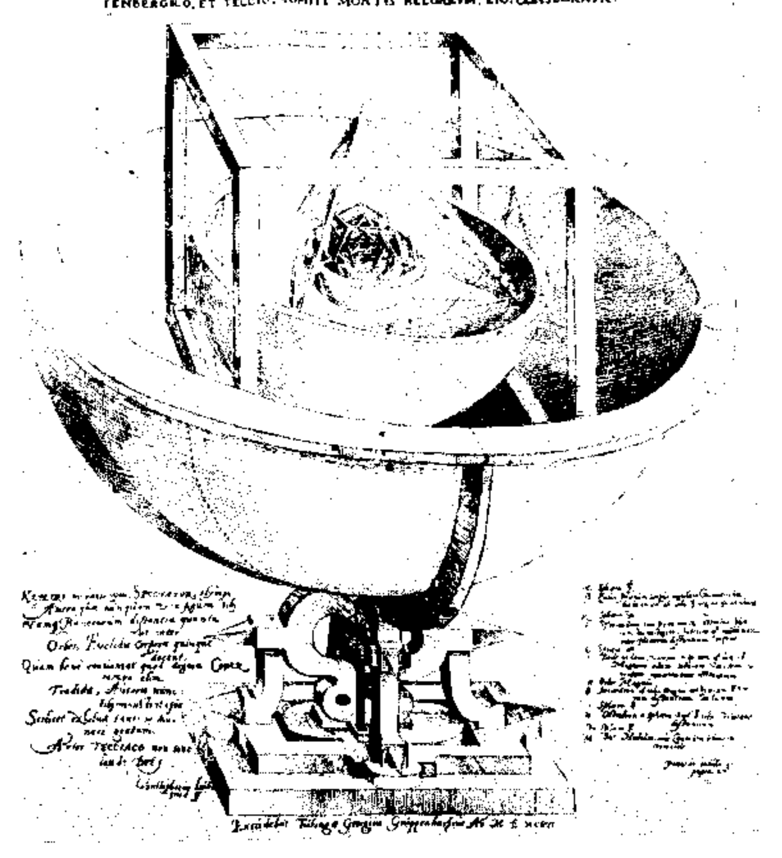
ان نتائج كبلر التي تعتمد على مشاهدات تيخو براهة عن الكواكب قد حفظت كذكرى عطرة في مؤلفه Tobulae Rudolphinae الذي كتبه لتخليد راعيه رودلف الثاني ملك النمسا وبوهيميا والذي ظهر عام ١٦٢٧ . اعتمدت هذه النتائج على نظرية تمركز الشمس في وسط الكون ودوران الكواكب في مدارات اهليليجية حولها وهي المدارات التي اكتشفها بنفسه وكانت من الدقة بحيث استخدمت مئات من السنين .

الصورة المنشورة هي صورة الغلاف للكتاب المذكور وفيها يظهر من اليسار هباركس Hipparckus ثم كوبرنيكوس Copernicus ثم تيخو واخيراً بطليموس . في وسط قاعدة النصب خريطة لجزيرة هيفين حيث اقيم مرصد تيخو ، وعلى اليسار يظهر كبلر نفسه جالساً .



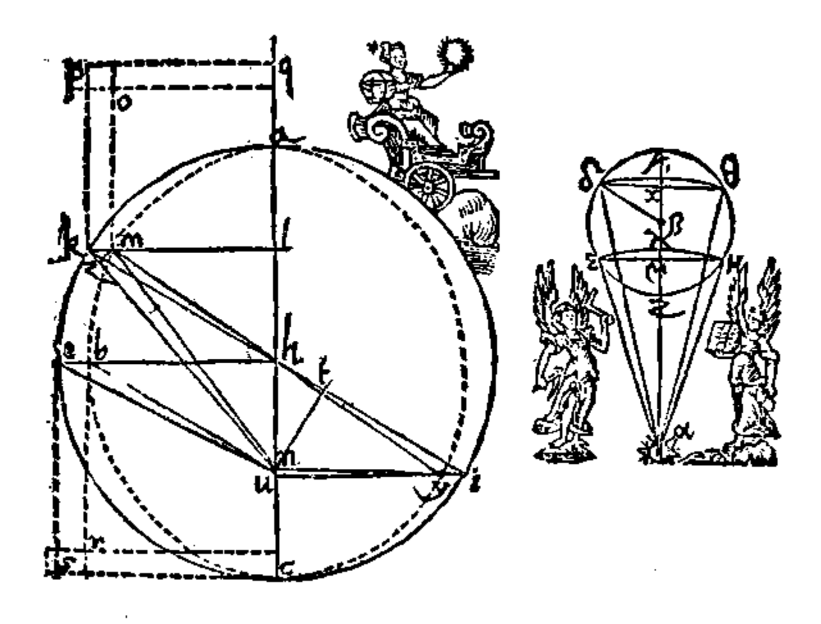
TABVLA III. ORBIVM PLANETARVM DIMENSIONES, ET DISTANTIAS PER QVINQVE REGVLARIA CORPORA GEOMETRICA EXHIBENS.

ILLVSTRISS: PRINCIPI, AC DÑO. DÑO. FRIDERICO, DVCI WIRTENBERGICO, ET TECCIO, COMITI MONTIS BELGARVM, ETC. CONSECRATA.



شكل (١٢٠)

كانت أول محاولات كبلر لاستنتاج دوران الكواكب حول الشمس هو استخدام فكرة المدارات السماوية وحساب أبعادها بالطرق الهندسية / نشر هذا عام ١٥٩٦ في مؤلفه Myster-uim Cosmographicum الكوزموغرافيا الغامضة الذي أسترعى انتباه تيخو براهي. الصورة مأخوذة من كتاب Harmonices Mundi Linz تأليف جوهنس كبلر عام ١٦١٩ .



شكل (١٢١)

كان اكتشاف كبلر اهليليجية مدارات الكواكب خطوة هامة في تقدم علم الفلك ولقد تم له ذلك بتحليله المشاهدات الدقيقة لتيخو براهي عن كوكب المريخ . الصورة مأخوذة من كتاب **Astronomia Nova** الفلك الجديد لكبلر .

التيلسكوب

لم تكن الحسابات الفلكية التي كان يقدرها الأخصائيون هي التي غيرت النظرة الى الكون بل هي الأجهزة الفيزيائية المتاحة للجميع والتي قربت السماء من الأرض بحيث اصبح من السهل دراسة الشمس والقمر والنجوم عن قرب ، وبمعنى آخر هو اختراع التيلسكوب.

لم يكن التيلسكوب اختراعاً علمياً ، فقد ظهر بطريقة غامضة في هولندا كانتاج ثانوي لصناعة النظارات . تحكي الأسطورة بأن بعض الأطفال حوالي عام ١٦٠٠ كانوا ينظرون الى السماء من خلال العدسات واذا بهم يلاحظون ان الأشياء البعيدة اصبحت قريبة منهم . كانت الحاجة الى التيلسكوب دائماً موجودة ولكن لم يتم عمل شيء لأنه لم يكن في الاستطاعة تحقيقه بالرغم من توافر وسائل عمله ، والظاهر ان اختراع التيلسكوب كان في حاجة الى التركيز الكمي في صناعة

البصريات الذي صاحب الثراء العظيم في القرن السادس عشر ليتم اختراعه بمحض الصدفة .

جاليليو جاليلي **Galileo Galilei**

اثبت التيلسكوب انه اعظم اجهزة العصر العلمية. وصلت اخباره الى آذان اساتذة الفيزياء والمهندسين العسكريين في بادوا فصمم جاليليو ان يصنع واحداً بنفسه ، ووجهه الى السماء كان جاليليو مقتنعاً بنظرية كوبرنيكوس وشغوفاً جداً بحركة البندول والمشاكل المتعلقة بسقوط الأجسام، وفي الليالي القليلة الأولى التي شاهد فيها السماء اقتنع بخطأ كل ما صوره ارسطو لهذه السماء الصافية، اما القمر فبدلاً من أن يراه كرة كاملة وجده مليء بالبحار والجبال ورأى لكوكب الزهرة أوجها كأوجه القمر بينما كوكب زحل ظهر مجزءاً إلى ثلاثة اجزاء، وأهم من هذا كله لاحظ ان حول المشتري يوجد ثلاثة نجوم أو اقمار تدور حوله، وهي صورة مصغرة لنظام كوبرنيكوس والتي يمكن لأي فرد التحقق منها اذا نظر من خلال التيلسكوب الى السماء. بنظرة جاليليو الثاقبة وشعوره الجماهيري والقيمة المادية لاكتشافاته الفلكية حاول بيع اسرار واسماء هذه النجوم لدوق فلورنسا ثم ملك فرنسا واخيراً البابا ولكنهم جميعاً رفضوا ذلك لأرتفاع الثمن الذي طلبه وعندما نجح في تطبيق نظرياته بأستعمال حركات النجوم في تعيين خطوط الطول حاول بيع اكتشافاته لملك اسبانيا ورئيس الولايات الهولندية اللذان منحاه الجوائز فقط،

كانت هذه المحاولات بالنسبة لجاليليو مجرد عروض جانبية وشعر بأهمية هذه الاكتشافات الثورية، وهنا بدأ يطلع الجميع على نظام كوبرنيكوس وايقن ان هذه المعلومات يجب نشرها بدلاً من حجبها، وفي غضون شهر من عام ١٦١٠ نشر أول بحث علمي نال اقبالاً شديداً وهو Siderius Nuntius ومعناه رسول من النجوم وفي هذا المؤلف ذكر ملاحظاته كاملة بصورة مبسطة وهي التي خلقت شعوراً واحساساً جديدين بين الناس، ولكنها قوبلت ببعض ردود الفعل الغير ملائمة، ولكنها كانت غير مباشرة. في عام ١٦١٨ تحققت نظريات جاليليو ولم تجد أي معارضة في اعتبارها الاثبات الرياضي لحركات الكواكب والنجوم، وفي نفس الوقت رفض بعض اتباع ارسطو النظر الى السماء من خلال التيليسكوب لأنهم كانوا يعرفون جيداً ما في السماء من خلال تجاربهم العقلية المجردة، وما دام هناك مجالات للعقل والمناقشات فلا خوف ولا مشاكل.



شكل (١٢٢)

رسم لجاليليو جاليلي (١٥٦٤ ـ ١٦٤٢) وهو صورة غلاف كتابه Istoria الذي ظهر عام ١٦١٣ وأعيد طبعه عام ١٦٢٣ . يرى في اعلى الصورة على اليمين الطفل الملاك ماسكا ببوصلة جاليليو اما على اليمين فيرى أول نموذج للتيليسكوب

/ سقوط الأجسام : الديناميكا

شعر جاليليو بعدم كفاية الملاحظات الجمالية لأثبات نظرية كوبرنيكوس

وضرورة اثبات ذلك بشرح امكانية وجودها وازالة العقبات التي وضعها الفلاسفة والمفكرون لمناهضتها في الماضي ، فكان من الضروري شرح كيف ان دوران الأرض حول الشمس لا يؤدي الى هبوب العواصف في الاتجاه المضاد وكيف يمكن للأجسام المنطلقة في الهواء ان لا تسقط خلف المواقع التي انطلقت منها ./ تطلب هذا دراسة متقنة لحركة الأجسام الحرة وهي من المشكلات التي اصبحت هامة من الناحية العملية الخاصة بتوجيه المقذوفات ./

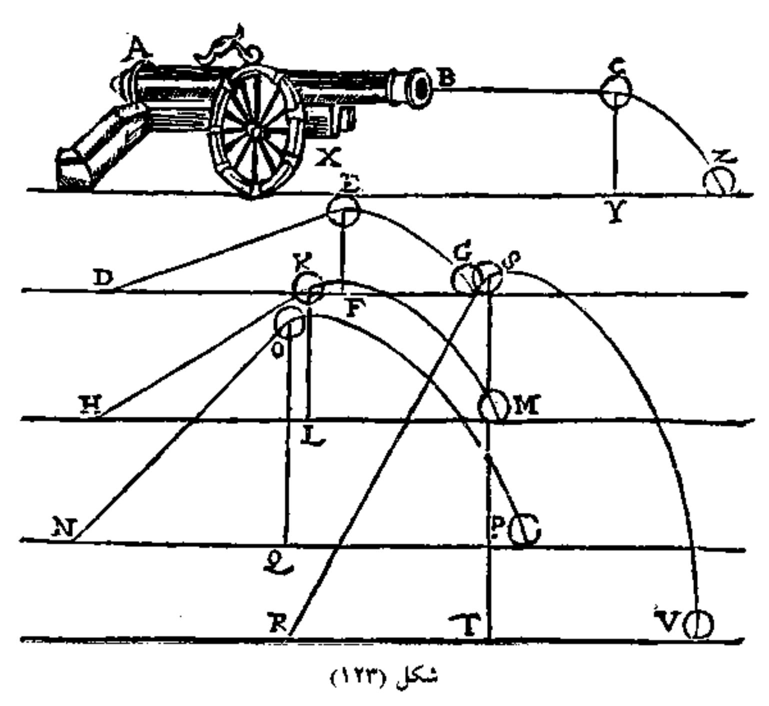
في هذا الوقت اجاز العرب نظرية القوة الدافعة لفيلوبونوس Philoponos، واحكم دراستها الباريسيون وبذلك حازت القبول ، وكان المعروف بأن القذيفة عند انطلاقها من المدفع تكتسب قوة دفع تقاوم استعدادها الطبيعي للسقوط ./ شرح كل من تارتاجليا Tartaglia (١٥٠٠ - ١٥٥٧) وبينيدتي Benedetti (١٥٣٠ - ١٥٩٠) وغيرهما من العلماء في القرن السادس عشر هذه الظاهرة بأن ادخلوا بين انطلاق القذيفة القوي وسقوطها الطبيعي حركة دائرية مسببة مساراً لا بأس به لقذائف مدفع الهون في ذلك الوقت ، وكان ما ينقص هذه التجربة الشرح المنطقي أو الرياضي لاثباتها ٤-٤٩ ، ٤-١٠١ .

الفيزياء العملية

نجح جاليليو فيما فشل فيه الآخرون وهو صياغة معادلة رياضية لوصف حركة الأجسام وكان هذا اعظم عمل انجزه في حياته ، ولقد اوضح ذلك بالتفصيل في كتابه « حوار في علمين جديدين » Dialogues on Two New Sciences والذي نشر بعد الحكم عليه وادانته ، كما ذكر ضمناً في كتابه الذي يشمل « النظامين الأساسيين للكون » وهو The Two Chief Systems of the World والذي كان السبب المباشر للصدام الذي حدث بينه وبين الكنيسة / استمر جاليليو ، يجيب على الأسئلة المطروحة بطريقة جديدة وهي الطريقة العملية / وسواء اسقط جاليليو اثقالاً من قمه برج بيزا Pisa أو لا يفعل فهذا ليس بالموضوع الأساسي / الجميع يعرفون بأن جاليليو استعمل البندول والسطح المائل للحصول على قياسات دقيقة لسقوط الأجسام ./

كانت هذه التجارب أول تجارب عملية اجريت في محيط العلم الحديث ./ تختلف هذه التجارب عن تجارب القرن الثالث عشر في انها استكشافية وليست توضيحية كما أنها كانت كمية وليست كيفية، بحيث يمكن تطابقها مع النظريات

الرياضية، وكانت تصرفات جاليليو تجاه تجاربه تدل على انها في مرحلة انتقالية، وقد صرح مرة بأنه اجرى تجاربه لا ليقنع نفسه لا بل ليقنع الآخرين، وكان واثقاً من قوته في الشرح والأقناع بمظاهر الطبيعة بالادلة والبراهين، وكانت هذه الأدلة ايضاحية اكثر منها عملية ومع ذلك، فقد قام باجرائها ليس على الورق الذي يحب الفيزياء الحديثة، واكثر من ذلك فقد تعود عندما تعطي التجارب نتائجاً



شكل (١٢٣)

سقط مذهب أرسطو الخاص بمرور القذيفة في عهد النهضة حيث اكتشف ان القذيفة تتحرك في قطع مكافىء (Parabola) وليس في خطين متوازيين هذا الرسم هو حفر على الخشب مأخوذ من كتاب للمؤلفه Cespedes عام ١٦٠٦ واسمه Instrumentos Nue vos de Gemetria « أدوات جديدة في الهندسة » .

غير منتظرة لا يرفضها بل كان يعاود أداءها ويسأل ويتناقش ويوضح هذا مدى تواضعه امام الحقيقة وهي احدى سمات العلم التجريبي.

لقد اثبتت الشروح الرياضية لتجارب جاليليو بخصوص سقوط الأجسام

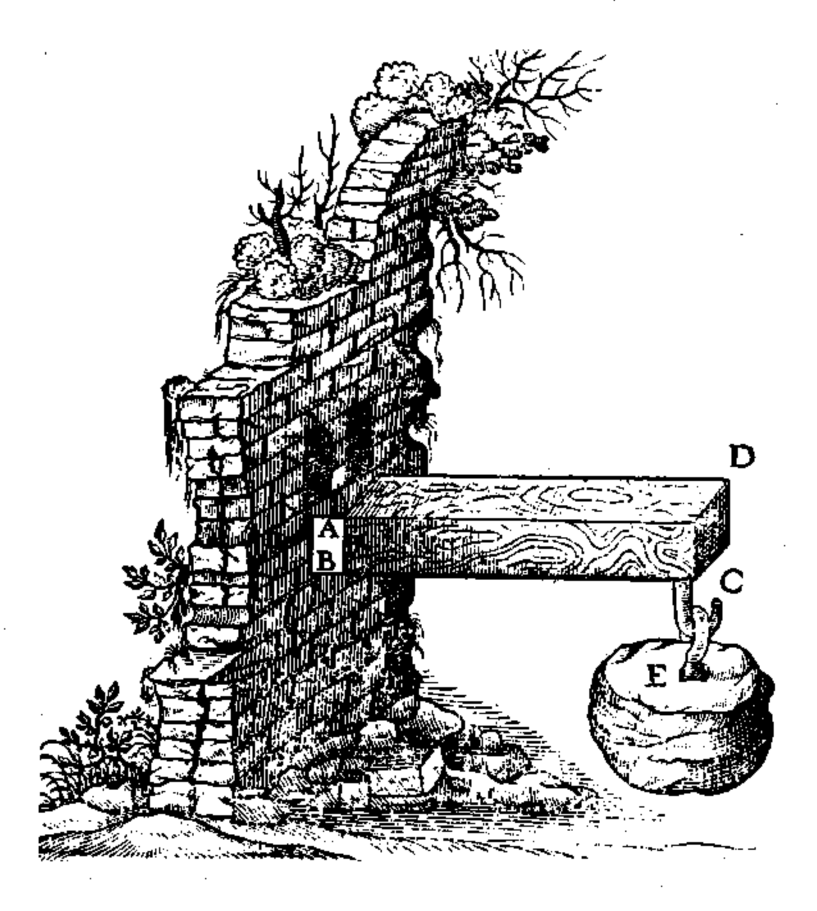
انها اصعب بكثير من اجراء التجارب نفسها ، والفكرة التي كان يجب التشبث بها هي ان الجسم الذي يغير من سرعته باستمرار يمكنه ان يكتسب اي سرعة في لحظة معينة وفي الحقيقة ان خطأ جاليليو كان في تصوره ان السرعة تتناسب مع المسافة التي يقطعها الجسم بينما هي تتناسب مع ، الزمن الذي يستغرقه الجسم في سقوطه كما حقق ذلك مؤخراً ٤-١٠١ .

لكي نفهم حقيقة سقوط الأجسام وبالتالي حركة قذائف المدافع في الهواء وحركة القمر في السماء يجب الأخذ بالفكرة الفيزيائية الصعبة والخاصة بسرعة الجسم في لحظة معينة وهذا يطابق الفكرة الرياضية التفاضلية $\frac{dx}{dt}$) وهي النسبة الثابتة بين كتلتين مهما صغر حجمهما . استخدم جاليليو هذه الافكار دون صياغتها ، وبجمع نتائج تجاربه مع تحليلها رياضياً استطاع ان يحل مشكلة سقوط الاجسام مبيناً انه في حالة انعدام الهواء فإنها تتبع مجرى القطع المكافىء (Parabolic) ، وبعمله هذا قدم أول مثل عملي واضح للفيزياء الحديثة والتي كان لها الفضل في تقدم العلم في العصور المتتالية وفي الحقيقة اخذت الطرق الفيزيائية التي ابتكرها جاليليو اساساً للطرق العلمية في الوقت الحاضر والتي تضاءلت بجانبها العلوم الأخرى .

نهضة العلوم الرياضية

كانت منجزات جاليليو وكبلر ممكنة لأنهما كانا اساتذة في الرياضيات الجديدة التي ازدهرت في عصر النهضة . اتخذ فيتا Vieta (١٥٤٠ ـ ١٦٠٣) الخطوات الأساسية لأستعمال الرموز في المناقشات الجبرية واستخدام الحروف للكميات المعروفة وغير المعروفة ، ليس في الجبر فقط ولكن ايضاً في علم حساب المثلثات . اسرع هذا الأبتكار الفني من انجاز العمليات الحسابية وازال الفوضى التي كانت تسببها الكلمات ، فشكراً لهذا العمل العظيم وشكراً لأعمال كاردان Carden (١٥٠١ ـ ١٥٧٦) وايضاً تارتاجليا Tartagalia . الآن يمكن استعمال الطريقة الجبرية لحل أي مسألة باحلال الرموز بدلاً من الاعداد . لا زالت هندسة الأغريق القديمة محتفظة باحترامها وخاصة عند استعادة اعمال ارشميدس التي نشرها تارتاجليا عام ١٥٤٣ . ولكن يمكن استعمال الطرق الجبرية اسهل بكثير من استعمال الأعداد في حل المسائل الحسابية . تمت خطوات ايجابية عملية عديدة عندما ادخل سيمون ستيفن Simon Stevinn (١٥٤٨ ـ ١٦٢٠) الكسور العشرية عام ١٥٨٥ ونابير Napier (١٥٥٠ ـ ١٦١٧) اللوغارتيمات عام ١٦١٤ .

وبأختصار العمليات الحسابية بنسبة كبيرة ضاعف ذلك عدد الفلكيين والفيزيائيين ، ولأتمام حلقات المناقشة كان من الضروري لجاليليو ان يربط بين الرياضيات والميكانيكا / اما كيف تم له ذلك فهذا هو الموضوع الأساسي الذي كرس له حياته العملية كلها ./ كان ليوناردو يتحسس طريقه بالقيام ببعض العمليات الكمية في الميكانيكا أما جاليليو فمن خلال تجاربه الممتازة واستعماله



شكل (١٢٤)

رسم يوضح طريقة ايجاد قوة الاحتمال في اللوح الخشبي ./ من كتاب **Discorsi** لجاليليو .

الرياضيات امكنه الاحاطة بها واصبح واحداً من مؤسسي الهندسة العلمية / من الرجال العظام في هذا المجال كان سيمون ستيفن Simon Stevin من بروجز Bruges وهو أول المهندسين المشهورين في هولندا الجديدة وقد ساهم بقسط وافر في حرب التحرير ويعتبر احد المهندسين الذين أسسوا قوانين تشكيل القوى وعلم الهيدروليكا الكمية ./

الأستاتيكا والديناميكا

يتطلب فهم حركات الأجسام الثقيلة معاملة القوى أولاً وهي في حالة الاتزان أو الحالة الستاتيكية ثم وهي في حالة عدم الاتزان أو الحالة الديناميكية . فالاستاتيكية والديناميكية هما العلمان الجديدان ٤-٧٠ اللذان وضع جاليليو اساسهما. لم يضع قوانين الحركة فقط ولكنه وضع ايضاً النظرية الرياضية لقوى المواد على اساس المناقشات التي اجراها مع اصحاب شركات بناء السفن ./ ذكر جاليليو بوضوح اكثر من أي فرد سبقه اهمية خواص المواد وهذه الخاصية هي التي يمكن معالجتها رياضياً ، ولذلك امكنه بكل دقة معرفة مدى تمددها وتمركزها وكثافتها ، اما باقي الصفات كالطعم والرائحة واللون التي تطلق عادة على الأشياء فهي مجرد اسماء توجد فقط في الجسم الحساس . . ولم يدرك هذا دعاة العلم الجديد كتحديد وتقييد لهم ولكنه برنامج لاختصار جميع التجارب وتركيزها في الخواص الأولية للمادة وهي الحجم والشكل والوزن والحركة ./

صورة الغلاف لكتاب جاليليو Dialogo sopra idue massimi Sistemi حوار حول الأجرام السماوية عام ١٦٣٢ والذي ساند نظرية كوبرنيكوس الخاصة بتمركز الشمس والتي ادانتها الكنيسة الكاثوليكية الرومانية / ويرى الى اليسار ارسطو وفي الوسط بطليموس وعلى اليمين كوبرنيكوس .



شكل (١٢٥)

هدم الكوزمولوجيا القديمة

لكي يتقبل المثقفون علم الميكانيكا الرياضي الجديد كان على جاليليو ان يهدم النظام البطلمي الفلكي ومعه الفلسفة الأرسطولية التي كانت أساساً ليس فقط للعلوم الطبيعية ولكن ايضاً للعلوم الاجتماعية قرابة الفي عام .ركان جاليليو مهيأ لهذا العمل حيث انه عاصر الفلسفة الأرسطولية في عنفوانها في بادوا ، ولم يكن

/ مستمعاً فقط بل كان مشاركاً ومعارضاً لآراء ارسطو واقنعه بحججه بطريقة لا ينساها زملاؤه الدارسون ولو انهم ربما استهجنوا طريقتها ، وبلا شك كانت اعمال جاليليو اعتراضات على ما اتمه ارسطو ولكنها كانت أول مواجهة عاصفة له عام ١٦٣٢ عندما نشر كتابه الجدلي حول النظامين البطلمي والكوبرنيكوسي . Dialogue Concerning the two Chief Systems of the World The Ptolemaic and the Copernican الذي اهداه للبابا تقديراً له / كتب جاليليوا هذا الكتاب ليس باللاتينية ولكن بالأيطالية ليقرأه الجميع / في هذا الكتاب انتقد جاليليو النظامين بقسوة وسخرية/ وكان هذا أول بيان هام للعلم الحديث٤- ٦٩ . /

/ **محاولة جاليليو**

ادى هذا التحدي الذي طرحه جاليليو والذي لا يمكن تغافله الى محاولته المشهورة ، وبذلك صنع له اعداءاً بين العلماء بقدر ما كان له بين رجال الكنيسة ، وبنشره ديالوجه ضاعف من ادانتهم له ، وفي الحقيقة من الصعب الآن معرفة السبب الذي من اجله قامت هذه المعارضة الشديدة لهذا الموضوع الأكاديمي وهو حركات الأرض والكواكب ، ولكن في مثل تلك الأيام كان لكل مواطن الحق في مناقشة شؤ ون وطنه / بعد مرور قرون عديدة من الجدل الحاد ونتيجة للمجهودات الفكرية العظيم ثم هزيمة نظرية ارسطو التي باركتها الكنيسة والتي لم يستطع معارضتها رجال الأصلاح العقائديون / واذا كان تحدي موضوع هام مثل شكل أو مظهر السماء قد قوبل بالتجاهل فكم بالحري يتطلب مقاومته ؟ قام المتحمسون لنظرية كوبرنيكوس امثال برونو وكامبانيلا Campanella (١٥٦٨ - ١٦٣٩) / باستخلاص النتائج من المعلومات الجديدة التي هددت مركز الكنيسة والحكومة ./ ومعنويات الشعب والملكية نفسها / كان من نتيجة ذلك اعدام برونو حرقاً وسجن كامبانيلا لسنوات عديدة اما بالنسبة لجاليليو فاختلف الأمر حيث كانت له هيبته العلمية واصدقاء أقوياء ولم يكن هناك شك في كاثوليكيته / وفيما عدا مجال العلوم لم يكن ثورياً ٤-٣٨، ٤-٥٧ . /

/ اما التجربة فكان لا بد من اتمامها في حدود افكار وتعاليم الكنيسة وليست لأفكار جاليليو ، ولذلك كانت النتيجة معروفة مقدماً / ولكن من الأمور المسلية ان خطوات التجربة حفظت سرية خوفاً من ان اعلان نتائجها سوف يبين ليس قسوة القضاة بل تسامحهم / كان البابا وقضاة المحكمة البابوية شغوفين لمعرفة الآثار

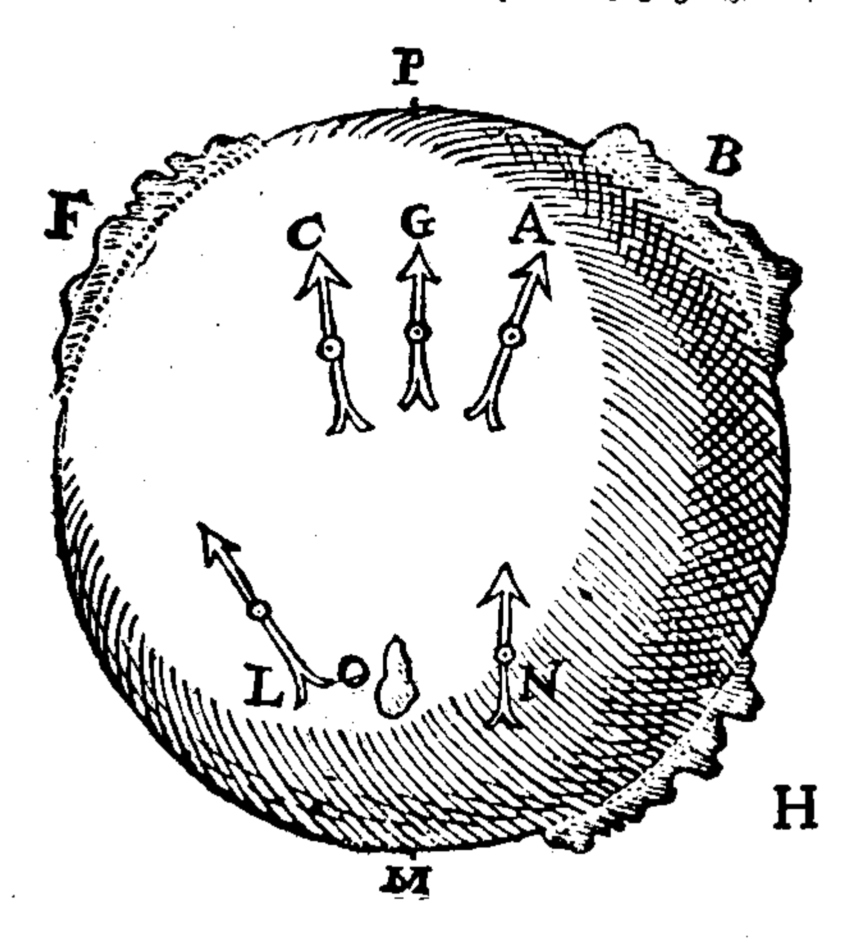
المنتظرة لنشر النتائج على رجال الكنيسة المتعصبين المتشبثين بمبادئهم اكثر من تأثيرها على رجال العلم / واخيراً حوكم جاليليو وادين واجبر على الأعتراف علناً على ان معتقداته السابقة كانت خاطئة وحُكم عليه بالسجن ، ولكن السجن كان بالأسم فقط حيث عاش في قصر احد اصدقائه ، وفي تقاعده امكنه الأنتهاء من عمله في علمي الديناميكا والاستاتيكا ونشر ابحاثه في أواخر ايامه .

ان واقعة محاكمة جاليليو تميز عصراً جديداً ، لأنها حولت الصراع بين العلم والعقائد الدينية الى مسرحية درامية / وخلال فشل المحاكمة قوبل قرار المحلفين بالسخط من قبل جميع المثقفين حتى في الدول الكاثوليكية ، وأعطت الكثير من الأحترام للعلوم التجريبية الثورية الجديدة وخاصة في الدول التي استقلت عن نفوذ بابوات روما / تبين منجزات جاليليو قمة الهجوم على الكوزمولوجيا القديمة وبعد ذلك بأربعين عاماً ./ اندمجت قوانين كبلر مع ديناميكية جاليليو في نظرية نيوتون للجاذبية الأرضية .

المغناطيسية : نورمان Norman وجلبرت Gilbert

وفي الحقيقة ان الذي ادى الى هذا الاندماج هي التجارب العملية على المغناطيسية التي عرفها العالم من خلال مؤلفات وليم جلبرت Willaim Gilbert عام ١٦٠٠ ومنها مؤلفه المغناطيسي De Magnete كان جلبرت الطبيب الخاص للملكة اليزابيث . / كان الكشف العلمي العظيم هو ميل الأبرة المغناطيسية المتزنة وقد لاحظه قبل ذلك هارتمان Hartmann (١٤٨٩ - ١٥٦٤) عام ١٥٤٤ وبحثه بالتفصيل روبرت نورمان Robert Norman وكان ملاحاً وصانع بوصلات ويعتبر من أوائل العلماء الفيزيائيين ولكنه ليس عريق الأصل ولم يتعلم من الكتب / وكان يقظاً متمسكاً بحقوقه التي سجلها في مقدمة كتابه « الجديد الجذاب » TheNewAttractive عام ١٥٨١ وفي هذه المقدمة٤-٨٤ قال / والآن اقصد ارادة الله ولا انتقاص منها وأنا لا أمدح نفسي لأوضح حقيقة عملية توجد في هذا الحجر مخالفاً في ذلك لآراء كل من كتب في هذا الموضوع، وهنا لا استعمل تخمينات أو تخيلات مملة ، ولكن اعرض باختصار نتائجي المبنية على التجارب والأسباب والبراهين وهي أساس الفنون ، وبالرغم من ذلك كان على المثقفين واجبات هامة فعليهم ان ينقلوا المعلومات القديمة الى الحرفيين والعلميين حتى يستطيعوا الوقوف على اقدامهم ولقد تم ذلك بأتصالهم بالأغنياء والطبقة الراقية واثبتوا جدارتهم ومعرفتهم وقاموا بتشجيع العلوم

أدى جلبرت واجبه بأعجاب شديد فمؤلفه المغناطيس بالرغم من امتلائه بكلمات الهجاء الشديدة باللاتينية الموجهة ضد الفلاسفة القدماء كما فعل ذلك بالانكليزية كل من نورمان وهارفي كان مؤيداً من المثقفين تأييداً قوياً بحيث الزم



شكل (١٢٦)

فكرة جلبرت بأن الأرض انما هي مغناطيس كبير : تجربة استعمل فيها مغناطيس على هيئة الكرة والجبال على هيئة كتل حديدية واتجاه الأبرة المغناطيسية جهة الشمال / من كتاب المغناطيس لمؤلفه وليم جلبرت عام ١٦٠٠ .

معظم علماء العالم على قبوله بالرغم من ان كتاب نورمان كان اكثر فائدة للبحارة وصنّاع البوصلات .

وكتاب المغناطيس كتاب عظيم ويعتبر عرضاً وافياً لانجازات العلم الحديث في ذلك الوقت ، لم يكتف جلبرت بالتجارب العملية بل استطاع ان يستخلص منها افكاراً عامة جديدة اما الفكرة التي كان لها الصدى الشديد لدى الجماهير في ذلك الوقت فهي قوة الجذب المغناطيسية وقد ارجع اليها السبب في بقاء الكواكب ثابتة في مراكزها ، وتعتبر هذه الفكرة أول شرح فيزيائي مقنع غير اسطوري لنظام الكون ، وبلا شك ان هذه الفكرة مهدت الطريق أمام نيوتون ليقنع العلماء ذوي العقلية الفيزيائية بآرائه ، فقد كانوا يتصورون ان القوة انما تنشأ بتفاعل الأجسام الملتصقة فقط .

ميكانيكية الجسم البشري

لم يكن التغيير في الآراء القديمة قاصراً على موضوعات السماء والأحجار ولكن شمل ايضاً جسم الانسان ، وفي هذا المجال تقدم العلم بخطوات ناجحة في استقصاء كنهه ، وكانت نظرة ارسطو محصورة في الأرض والانسان ، والأنسان بمركزه وسط الكون لا بد وان يكون على اتصال مباشر بجميع اجزائه بواسطة قدراته والأرواح التي تصله بالأجواء السماوية كان الانسان نفسه عالماً كونياً صغيراً اما العمليات الدقيقة التي تتم في جسم الانسان فكانت شغل الأطباء الأغريق امثال جالين Galen الذي اصبحت اوصافه للأعضاء الداخلية لجسم الأنسان من الأمور الكنسية مثل أوصاف بطليموس للسماوات / اثبت تشريح جسم الانسان الحديث الذي تم في عصر النهضة ان اعمال فاساليسس كانت خاطئة تماماً وان تصحيح هذه الأوصاف يجب ، ان يتم بطرق مختلفة مثل ادماج علم التشريح بالمعلومات الجديدة عن الآلات والمضخات والصمامات واستنتاج فسيولوجيا عملية جديدة .

هارفي والدورة الدموية

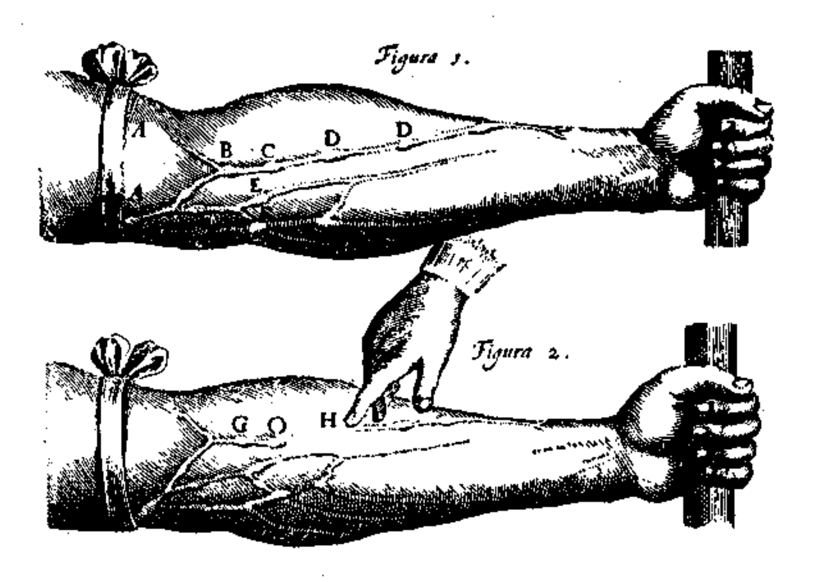
كان اكتشاف الدورة الدموية من نصيب وليم هارفي Wiliam Harvey (١٥٧٨ - ١٦٥٧) الطبيب الانكليزي ، وهو من عائلة كريمة تعلم في جامعة بادوا واستطاع ان يجمع بين طرق التشريح الأيطالية التقليدية والعلوم التجريبية التي بدأت تظهر في انكلترا في ذلك الوقت ٤-٦٨ ، كان هدف هارفي معرفة ميكانيكية حركة الدم في الجسم وكتابه الضخم « دراسة في تشريح حركة القلب والدم عند

الحيوانات » سجل الطابع الجديد لعلمي وظائف الأعضاء والتشريح ، فلم يكن يحوي تشريح ووصف اعضاء الجسم فقط بل يحوي ايضاً مجهوداً عملياً عبارة عن بحث هندسي هيدروليكي مبنّي على تجارب عملية / كان على هارفي أن يتغلب على عجزه بكونه احد اتباع كوبرنيكوس ومضطراً لأثبات دورته الجديدة دون الرجوع الى جاليليو فأمكنه ان يثبت دورته عقلياً وبطريقة حسابية بسيطة ، فقد لاحظ ان كمية الدم التي يضخها القلب في كل مرة يدق فيها تزن حوالي أوقيتين ، واذا حسبنا كمية الدم التي يضخها في الدقيقة نجدها ٥٤٥ رطلاً من الدم ، وهذه الكمية تفوق كثيراً وزن أي انسان وتزيد كثيراً على وزن الدم الموجود في الجسم ، وبذلك اصبح واضحاً ان هذا الدم يدخل الى القلب ثم يخرج منه ، ولكنه لم يستطع ادراك كيف يسير الدم من جانب الجسم الى الجانب الآخر ، وكان على ملبيجي Malphigi (١٦٢٨ - ١٦٩٤) ان يكتشف الشعيرات الدموية بأستخدام العدسات الجديدة وهي الميكرسكوب ./

/ ان ما حققه هارفي من انجازات على جسم الأنسان كان له نفس الآثار الثورية على علم وظائف الأعضاء القديم لجالين مثل الآثار التي احدثتها اكتشافات جاليليو وكبلر على نظريات افلاطون وارسطو الفلكية / اوضح هارفي بأنه يمكن النظر الى جسم الأنسان كأنه آلة هيدروليكية ، وانه ليس للأرواح الغامضة مكان فيه / بقيت افكار هارفي تميل الى افكار كوبرنيكوس وكبلر اكثر من ميلها الى جاليليو ، ولكن شعوره القوي كان يملي عليه فكرة التشابه بين جسم الأنسان والكون٤-٧ / وفي هذا الموضوع كتب يقول « وهكذا فإن القلب هو واهب الحياة كما ان الشمس مركز الكون ، وبناءاً على ذلك يمكن القول أن الشمس تستحق ان يطلق عليها قلب الكون وبفضلها ونبضاتها يتحرك الدم صانعاً الحياة ، وهذا الإله يحرس الكون ويمنع انحلاله وهو يؤدي واجبه لصالح الجسم كله بتغذيته ورعايته ، حيث انه صانع الحياة ومالك الكل » ولذلك وضع هارفي القلب في الجسم في نفس المكان الملكي الذي تتربع فيه الشمس وسط الكون ، وكان لوصف هارفي الدورة الدموية بأنها عملية ميكانيكية الأثر الأكبر على فكرة آلية الجسم ولو ان هذه الآلة ليست بالسهولة التي تصورها رجال العصرين السادس والسابع عشر بل هي في منتهى التعقيد ./

/ كان لاكتشاف هارفي الدورة الدموية تأثير بسيط على العلوم الطبية بالرغم من انها حققت وسائل منع نزيف الدم التي استغلها الجراحون في عملياتهم مثل

باري Paré كما اصبحت هذه الوسائل اساسية لعلم وظائف الأعضاء / اما الصورة التي استخلصت من اعمال هارفي للجسم البشري هي انه مجموعة من الأعضاء يمكن تشبيهها بالحقول المروية والتي تروى بنظام دوري يعمل على اتصالها ببعضها ويوزع الغذاء أي الحياة عليها جميعاً بطريقة كيميائية /



شكل (١٢٧)

نحت على الخشب يبين الصمامات في الدورة الدموية من كتاب DeMotu Cordis لوليم هارفي .

الكيمياء

جاء تصور الجسم البشري بالآلة وبأنه مجموعة من الأعضاء متأخراً بعض الوقت لأن التقدم في العلوم الكيميائية لم يكن قد بدأ في ذلك الوقت أي بين عامي ١٥٤٠ ، ١٦٤٠ / الرجل الوحيد الذي كرس حياته لهذا الموضوع هو النبل فان هلمونت Van Helmont (١٥٧٧ ـ ١٦٤٤) الذي درس الطب ومارسه وكان من اتباع باراسيليس Paraceleus ، ومؤيداً لأفكاره الصوفية بالرغم من جعجعته التي كانت لا طائل تحتها / كانت افكاره عبارة عن صدى لاراء قديمة ترجع الى العصر

الأيوني اليوناني ، وكان يعتقد ان العناصر الأساسية للحياة هي الهواء والماء ولم تكن نظريته فلسفية بقدر ما هي عملية لأنه استطاع ان يربي شجرة صفصاف من بذرة بأضافة الماء فقط ؛ كان هلمونت أول من سمى ودرس الغازات ممهداً الطريق الى انتصار العلوم الكيميائية فيما بعد ، كانت خطوات التطور في العلوم الكيميائية بطيئة ولكنها ثابتة ، وكانت أهم الخطوات نحو التوسع في التجربة والتحسن في القياسات والزيادة في مجالات البحث وخاصة فيما يختص بتقطير الخمور .

(٧ - ٦) الفلسفة الجديدة

في عام ١٦٤٢ العام الذي توفي فيه جاليليو وولد فيه نيوتون وبعد المعاناة الشديدة تم اقرار الاكتشافين العظيمين وهما دوران الكواكب حول الشمس والدورة الدموية ، وبذلك تم انجاز أول موضوع ذهني في الثورة العلمية والقضاء على الصورة القديمة للكون ، ولو أن الصورة الجديدة كانت سطحية إلا أن هذا الانجاز أتم وضع الأسس الجديدة لدراسة وقهر الطبيعة حيث لم يتم إلا القليل في ذلك الوقت له فوائد عملية عامة ، وحتى التيليسكوب كان اختراعاً فنياً وليس علمياً ، وقبل ان تحدث الثورة العلمية تأثيرها على الأفكار كان عليها ان تثبت وجودها بحيث يشعر بها ليس فقط المثقفون ولكن عامة الشعب ايضاً ، كان عليها أن تثبت ان العلم الحديث قد اتى لهم بشيء جديد نافع ، وخاصة ان الطبقة المغامرة من التجار والبحارة والحرفيين والموظفين واصحاب رؤوس الأموال الصغيرة كانوا قد بدأوا في القيام بثورتهم السياسية ، ولذلك بدأ جاليليو بتنفيذ ذلك ولكنه كان يعيش في دولة فقدت حميتها لتجمدها بسرعة بمجرد قيام حركة الاصلاح .

المعلّمان بيكون Bacon وديكارت Descartes

تولى تنفيذ هذه المهمة نبيان جاءا من دول الشمال الأقل ثقافة ولكنها كانت اكثر حيوية ونشاطاً وهما بيكون وديكارت فقد وقف كل من هذين العملاقين في منعطف الطريق بين ثقافة العصور الوسطى والعلم الحديث ،كانا ملهمين شعبيين ورأيا بثاقب فكرهما امكانية الحصول على المعرفة واطلاع العالم عليها ، كانا مشهورين ولكل منهما طريقته الخاصة في البحث والاقناع ، ليس هذا فقط بل كانا أيضاً مختلفين في الطباع ومن الصعب ان تجد لهما مثيلين ، فاحدهما وهو ديكات كان فطناً ثاقب الفكر واثقاً من نفسه بالاضافة الى انه كان محامياً متغطرساً دائم الحضور

بين الجماهير، بينما الآخر وهو بيكون كان منطوياً على نفسه وحيداً وفي الماضي كان جندياً مرتزقاً ولكن في الحقيقة كان كل منهما عنواناً لطبيعة الثورة العلمية في بلديهما .

اكد بيكون ضرورة التطبيقات العملية لنجاح النهضة الجديدة وتطور الفنون وفائدتها للحصول على المعلومات التي يستطيع الأدراك السليم تقديرها وخاصة في مظاهر الكون التي تحيط بالانسان، وبسبب معيشته في بلاط الملكة اليزابيث والملك جيمس الأول ملك انكلترا ادرك ان مشاكله لم تكن نتيجة الكبت والحجر على حرية التفكير بقدر ما كانت بسبب الحاجة الى وضع الأسس المتينة لتقبل الفلسفة الجديدة



شكل (١٢٨)

رينيه ديكارت René Descartes (١٥٩٦-١٦٥٠) حفر في الخشب من صنع فرانس هالز Frans Hals .

التي لم تحل محل الفلسفة القديمة فقط بل وضعت حداً لفوضى الأفكار والتخمينات الباطلة التي احدثتها حركة الأصلاح في انكلترا / ومن ناحية اخرى كان على ديكارت ان يناضل افكار وآراء العصور الوسطى المحصنة في جامعات فرنسا ، ونجح فقط في اقناع مفكريهم بأستخدام المنطق والعقل بطريقة اوضح بكثير مما تعودوه ./

المنهج الجديد

كان لكلا المفكرين الوسائل العلمية ولكنها كانت مختلفة/ كان بيكون يجمع العناصر اللازمة ثم يجري عليها التجارب ثم يستخلص منها النتائج المدعمة بالبراهين وهي الطريقة الاستقرائية / اما ديكارت فكان يؤمن بالبديهيات التي تشق طريقها بحد السيف / وحمل هذا الرأي بفكره الرائق وكاد ينادي بأنه يستطيع اكتشاف اي شيء يمكن استنتاجه بالمنطق اما التجربة فتأتي كعامل مساعد وهي الطريقة الاستنتاجية/ فالفارق الكبير بين طريقتيهما هو أن ديكارت استغل علمه ليقيم نظاماً عالمياً / هذا النظام ولو انه اصبح اليوم في عالم النسيان إلا انه استطاع في وقت من الأوقات ان يحل محل نظام مفكري العصور الوسطى / اما بيكون فلم يضع نظاماً خاصاً به ولكنه كان مقتنعاً بالعمل الجماعي أو التشكيلي Orgnization وقدرته في بناء انظمة جديدة ، فكانت مهمته كما وصفها هي توفير الأدوات الجديدة للبناء ـ منطق Novum Organum /

بهذا المنطق ترى أنهما كانا مكملين لبعضهما فبيكون بمفهومه التشكيلي ادى الى انشاء الجمعية الملكية وهي أول جمعية علمية مؤثرة أما ديكارت فبرفضه الشديد لكل ما هو قديم ووضع افكاراً جديدة كانت أساساً للنقاش الذي تم حول العالم المادي بطريقة كمية وهندسية /

كانت افكار المفكرين الفيلسوفين لا شك مصبوغة بآراء العصور الوسطى ولكن كل بطريقته الخاصة ، فكان فرانسيس بيكون يتبع مجموعة العلماء التقليديين امثال روجر بيكونRoger Bacon وفنسنت Vincent أو ما قبلهما أمثال بلني Pliny وأرسطو Aristotle ، وكان في أول الأمر مهتماً بالطبيعة ولم يكن ملماً ولا متعاطفاً مع الرياضيات والفلسفة الحديثة وكانت طريقته غالباً سلبية تستند على البعد عن الأديان واعمال السحر والأفكار العقيمة التي أدت الى ضلال الفلاسفة القدماء/ ان خياله في انشاء « بيت سليمان » الذي جاء ذكره في كتابه New

Atlantis اطلانطس الجديدة٤-٣٠ كان تعبيراً عن حلمه في انشاء عالم مثالي في احدى الجزر وهو النمط الذي يجب ان يكون عليه مرصد تيخو براهة في نورانبرج / ومن ناحية اخرى كان بيكون هو الألهام الذي أدى الى انشاء المعاهد العلمية / ولو ان بيكون كان مؤمناً بالعلم التجريبي إلا انه لم يقم بأي تجربة في حياته ولم يستطع ادراك اهمية طريقة التجريد والاختصار الضرورية لاستخلاص الحقيقة وهي الطريقة التي استخدمها جاليليو بنجاح كبير / وكان يعتقد ان الخبرة المنظمة المطهرة من آراء القدماء كافية للحصول على المعرفة / وكانت معتقداته العلمية ليست جديدة اكتسبها بالقراءة وخاصة قراءة كتب تيليسيس Telesius الذي انتقد آراءه ولكنه اسماه أول المجددين / كان تيليسيس (١٥٠٩ - ١٥٨٨) عالماً ايطالياً وهو أول من هدم نظرية أرسطو ووضع نظاماً جديداً وكانت أعظم انجازاته هي الغاء الأسباب الأساسية والنهائية لأرسطو والاحتفاظ فقط بالمادة والأسباب المؤثرة / وفي هذا المجال تبعته كل العلوم اللاحقة / كانت أفكاره صدى لأفكار أناكسيمينيس Anaximenes ، وفي رأيه ان الكون يعمل بفضل الطاقة الكامنة في الحرارة والبرودة / وكان هذا بديهياً من قانون الطاقة / ولم تكن هذه الأفكار متقدمة عن فلسفة المفكرين الصينيين يانج Yang وين Yin /

ومنذ بدء حياة بيكون العلمية كان ينادي بالنظرية التي تقول : « ان هدف العلوم الأسمى هو اثراء الحياة الأنسانية بالاكتشافات الحيثية والقوى الضرورية » وكان يرى نفسه ليس بالعالم أو المخترع ولكن ملهماً للعلم والأختراع ، وفي هذا الموضوع يقول « اخذت على عاتقي ان ادق الأجراس لأدعو العقول المفكرة لتجتمع وتعمل » قال الاستاذ فارنجتون Farrington في دراسته لفرنسيس بيكون ما يأتي٤-٦٥ « والآن من كل المنافع التي يمكن ان توهب للبشرية لا اجد واحدة اعظم من اكتشاف فنون جديدة أو توفير سلع لرفع مستوى معيشة الأنسان / أرى ذلك واضحاً بين عامة الشعب في العصور البدائية عندما كانوا يقدسون المخترعين والمكتشفين وكانوا يعتبرونهم من الآلهة / كان واضحاً ان الأعمال الجليلة التي تمت كأنشاء المدن وسن القوانين أو استئصال الطغاة لم تدم طويلاً بينما أعمال المخترعين ولو انها شيء ضئيل ليس لها أبهة أو ضياء تظهر في كل مكان وتبقى الى الأبد ولكن فوق كل شيء اذا استطاع انسان النجاح ليس في اتمام اختراع مهما كان مفيداً بل في اضاءة نور في السماء / هذا النور الذي أضاء الكون كله واثرى معلوماتنا الحاضرة وانتشر هذا الضياء شيئاً فشيئاً ليظهر كل ما كان خفياً وغامضاً في الكون ألا وهو

/ سلطة الأنسان على هذا الكون وهو بطل الحرية وقاهر الطبيعة » /

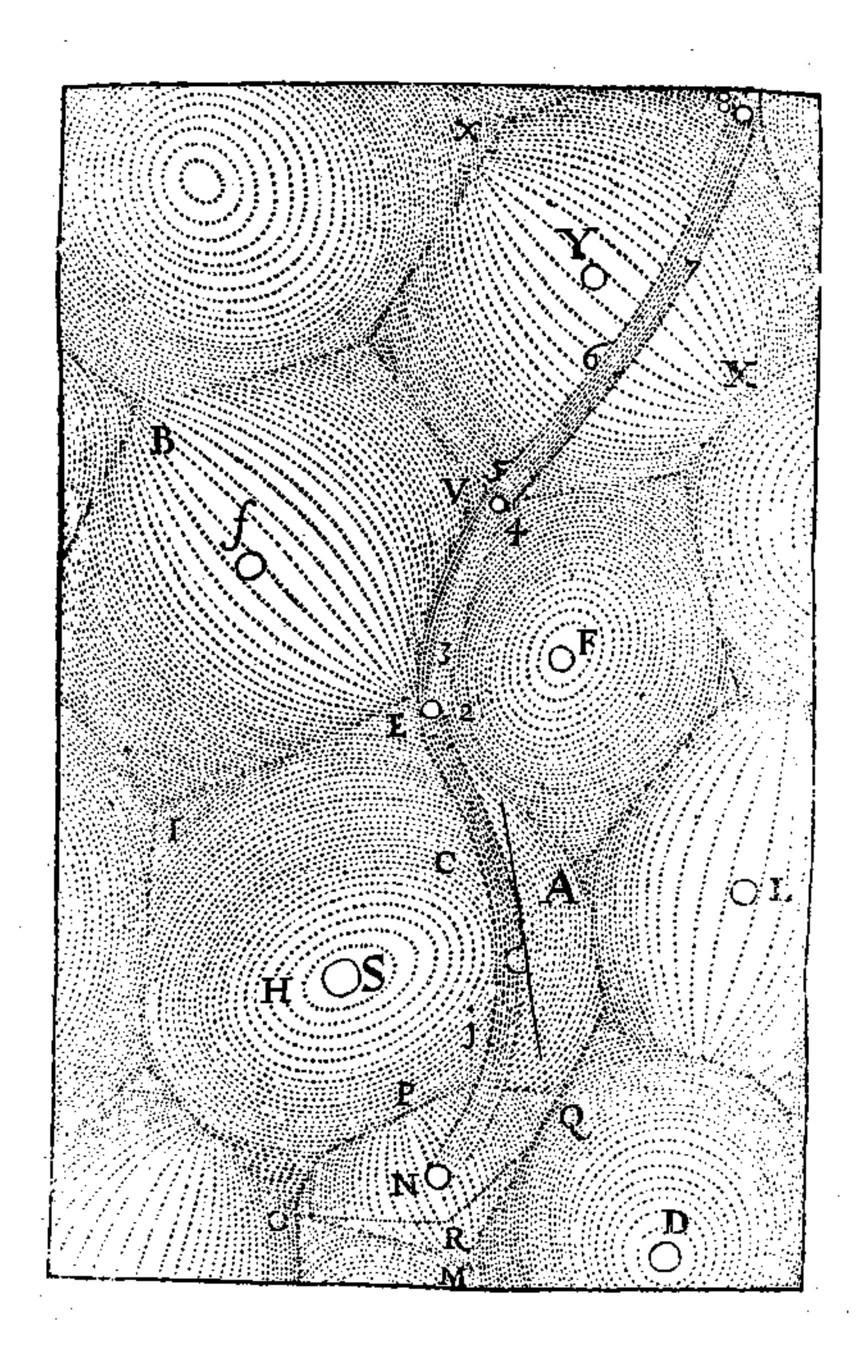
/ يعتبر بيكون بحق أول رجل عظيم استطاع ان يوجه العلم وجهة جديدة ، وهو الذي ربط العلم مرة اخرى بتطور الصناعة٤ـ٥٤ / وفي هذا المنعطف كان بيكون خصماً لكل من سبقوه في نظرتهم الى انظمة الكون / فقد آمن بأنه اذا اعطى مجموعة من الباحثين الأكفاء يمكنهم الوصول الى الحقيقة / اما ديكارت فكانت طريقته تختلف اختلافاً جوهرياً عن طريقة بيكون حيث كان يحاول ان يثبت صحة نظريته هو وليس نظرية الآخرين وفي هذا اثبت ان الغطرسة الشخصية والادعاء اللتين كانتا عنوان عصر النهضة هما نفس غطرسة وادعاء الملاحين والتجار في تمردهم ضد الحكام في نهاية العصر الاقطاعي وبداية عهد المهن الحرة٤ـ٦ /

/ وباللاشعور احتوى نظام ديكارت الكثير من الأنظمة التي أراد أن يهدمها فكان هناك اصرار على المنطق الاستنتاجي والمقترحات البديهية ، ولكنه بدأ في استخدام الرياضيات وكان في ذلك استاذاً عظيماً توصل الى النتائج التي لم يستطع الوصول اليها مفكرو العصور الوسطى / كانت اكبر انجازات ديكارت الرياضية استعمال الهندسة التحليلية والتي بواسطتها يمكن تمثيل المنحنى بمعادلة تمثل العلاقة بين القيم على الأحداثي والخط الثابت / وبذلك ازال الحاجز بين هندسة الأغريق وحساب مثلثات الأرقام عند الهنود والعرب وهو الجبر وباتحادهما استطاع حل مشاكل لم تحل أو حاولوا حلها من قبل /

/ وفي هجومه ضد الفلسفة القديمة كان ديكارت حذراً بقدر ما كان شجاعاً ، لم يرغب في الدخول في صراع ومواجهة رجال الدين / هذا الصراع الذي أدى الى ادانة وحرق برونو في روما الكاثوليكية وسرنيتس في جنيفا البروتستانتية / كان ديكارت لطيفاً ومجاملاً وكان يستخدم طرقاً ذكية لكي يجعل العلم ممكناً لقرون عديدة نشعر به الآن فقط . /

شكل (١٢٩)

/ كان الكون في نظر ديكارت عبارة عن فضاء مملوء بجزيئات المادة ومرتبة في دوامات وكان يعتقد ان الشمس هي مركز لواحدة من تلك الدوامات والكواكب تدور في افلاك حولها . من كتاب ديكارت Epistolae رسالة أمستردام ١٦٦٨ . /



x
8
Y
7
6
X
B
5
V
4
f
3
F
2
E
I
C
A
L
S
H
P
Q
N
G
D
R
M

الخواص الأساسية والثانوية

صاغ ديكارت بدقة اكثر ممن سبقوه تقسيم الكون كما نراه الى جزء مادي وآخر معنوي واذا رجعنا الى الفلاسفة القدماء بدءاً من العرب واتباع سكوت Scotus في القرون الوسطى امثال روجر بيكون وفرانسيس بيكون نفسه نجد انهم كانوا متحفظين من جهة المعلومات التي جاءت عن طريق العقيدة أو الرؤ ية . وبالنسبة لديكارت اصبح هذا التقسيم منطقياً وجزءاً أساسياً في الفلسفة ونتيجة بديهية للتقليل من الخبرات الحسية والاتجاه أولاً نحو الميكانيكا ثم الى الهندسة . وكرأي جاليليو يعتقد ديكارت ان الأنتشار والحركة هما الحقيقتان الماديتان التي يعتبرهما الخواص الأساسية اما المظاهر الأخرى كاللون والطعم والرائحة فيعتبرها خواص ثانوية وبجانب هذا تمتد منطقة ثالثة ربما لا يصل اليها علم الفيزياء وهي منطقة الانفعالات والعواطف كعاطفة الحب والأرادة والأيمان يختص العلم عادة بالمجموعة الأولى التي يمكن قياسها وهي أساس الفيزياء كما يختص في القليل بالمجموعة الثانية وليس للعلم صلة بالمجموعة الثالثة حيث انها تقع في محيط الرؤ ية والألهام٤ـ٥٨ وفي رأي ديكارت ان الحيوانات ومنها الأنسان عبارة عن آلات وبديهياً ان يكون هناك اتصال بين آلية الانسان الذي يحرك أطرافه تبعاً لخواص فيزيائية والروح والارادة الكامنتين فيه كان ديكارت بسيطاً ولكنه جاد واقترح ان هذا الأتصال يتم خلال الغدة الصنوبرية الكائنة في قمة الجمجمة وهي اثر زوج من العيون كانتا في اسلافنا الزواحف وليس لها وظيفة الآن ولذلك من المعقول ان تكون هذه الغدة هي المركز أو على الأقل مدخل الروح الانسانية المفكرة .

فصل العلم عن الدين

كان لتقسيم الكون الى جزء مادي وآخر معنوي الذي اقترحه ديكارت الأثر الأكبر الذي شجع العلماء على المضي قدماً في ابحاثهم بعيداً عن تدخل رجال الدين حيث لم يتجاوز العلماء حدودهم الى الشؤ ون الدينية ولو ان ذلك كان من الصعب تجنبه أو الأمتناع عنه. ادى ذلك الى خلق طبقة من العلماء بعيدين كل البعد عن مجالات كانوا يودون ارتيادها لمناقشة مواضيع دينية أو سياسية كان ديكارت واحداً من هؤ لاء العلماء ويروى انه كان في نيته ان يقدم ابحاثه كلها في كتاب باسم نظم الكون ولكنه في عام ١٦٣٣ عندما فرغ من كتابته علم ان الكنيسة في ايطاليا ادانت جاليليو لأنه اعتنق نظريات كوبرنيكوس الفلكية ، آثر ان لا

ينشره / اما الكنيسة فقد قررت ان نظام ارسطو ـ توماس ضروري لضمان صدق العقيدة ، وحاولت أن لا تناهض النظم الأخرى خوفاً من وضعها موضع التساؤل / وبناء على ذلك كرس ديكارت حياته لأقناع رجال الكنيسة بأن نظامه الذي اقترحه يمكن ان يثبت وجود الله كأي نظام آخر بل احسن منها بكثير ومن أقواله « انا افكر اذن انا موجود / أي ان لا شيء يدل على ان الأنسان حي حقاً إلا انه يفكر » ثم يقول : « اعتقد ان الجميع يمكنهم ان يتخيلوا ان هناك من هو احسن منهم اذاً فلا بد من وجود شيء مثالي » كان نظام ديكارت محصناً ضد أي هجوم لاهوتي ، وبالرغم من معارضة رجال الجامعات فقد قبل نظامه في معظم الدول الكاثوليكية وخاصة فرنسا وتم ذلك في حياته واستمر هذا القبول قرابة قرن من الزمان بعد مماته /

بالرغم من ان نظام ديكارت غني بالرياضيات والمشاهدات إلا انه في الحقيقة شبه قصيدة أو أسطورة لما يجب ان يكون عليه العلم الحديث وكان هذا مصدر جاذبيته ، وفي نفس الوقت خطورته ، فهو خليط من الاستنتاجات المبنية على التجارب الصحيحة وتلك التي استخلصها من مبادئه الأولية التي اختارها تبعاً لمنهجه المبني على الوضوح / كان هذا المنهج هو جوهر وحدود العلم في جامعات فرنسا في ذلك الوقت / وفي محيط المعرفة كان نظامه مقبولاً كما قبلت الديناميكا والكيمياء في القرن الثامن عشر والباكتريولوجيا في القرن التاسع عشر ، وامكنه بواسطة هذا النظام ان ينظم كل مجالات الحقيقة وليست الباطلة .

ايقن ديكارت حدود الانسان المغامر وآمن انه لتحقيق الأنجازات في العالم يجب التعاون بين العقول المفكرة الكبيرة وفي كتابه « مقال عن المنهج » الذي وضعه لحسن توجيه العقل للحصول على الحقيقة يقول « هناك الكثير من التجارب التي لا استطيع ان اقوم بها أو أمولها وحدي حتى اذا امتلكت مالاً قدره الف مرة ما امتلكه الآن ، والذي استطيع ان افعله هو ندائي الى كل من يرغب في الأسهام لخير البشرية ان يتصل بي لمساعدتي في القيام بالبحوث التي اجريها » وفي مكان آخر من الكتاب يقول ديكارت « لقد اظهرت تجاربي انه يمكن الوصول الى الحقيقة في أي فرع من فروع المعرفة / فبدلاً من اعتناق الفلسفة التأملية التي تدرس في المدارس يمكن للمرء ان يعتنق فلسفة تطبيقية بواسطتها يمكن معرفة طبيعة القوى واثرها مثل النار والماء والهواء والنجوم وكل الأجسام المحيطة بنا ، كما يمكننا معرفة انماط الحرفيين في الصناعة واستخدامهم كل فيما تخصص فيه وبذلك يمكننا التحكم

والسيطرة على الطبيعة، وليس الغرض من ذلك اختراع اشياء جديدة للتمتع بالحياة دون تعب فقط ولكن اساساً لاستمرار الحياة وتحسينها ».

وفي النهاية لم يختلف ديكارت عن بيكون كثيراً ولقد نال منه كل تقدير واعجاب، قامت بين ديكارت وبيكون اعمدة العلم التجريبي وارتفعت الى المستوى الذي ارتفعت اليه العلوم الأدبية ، ومنذ عهديها اصبحت الفلسفة الطبيعية وليست التقليدية هي محور الأهتمام والمناقشة وبعد مائتي عام تقريباً شقت هذه الفلسفة طريقها الى جامعات انكلترا .

والآن جاء الوقت لأنتشار العلوم الطبيعية وجني ثمارها وفي الفترة التالية من عام ١٦٥٠ ـ ١٦٩٠ تحقق حلم بيكون بحدوث التجديد أو أعادة البناء. « اني اثق في الرجال بأن لا يحملوا افكاراً بل ينجزوا اعمالاً وبأن يتأكدوا بأنني لا اعمل لوضع اسس طائفية أو مذهبية بل اعمل لمنفعة البشرية وقوتها »

(٧ ـ ٧) المرحلة الثالثة العلم في الفترة ١٦٥٠ ـ ١٦٩٠

عاصرت المرحلة الثالثة والجازمة في قيام العلم الحديث النصف الأخير من القرن السابع عشر، وكما رأينا كانت الأرض ممهدة لقيامها، حيث قضى على النظريات الأقطاعية التقليدية منذ مئات السنين ولو ان ذلك عاون على تقدم وتثبيت اقدام العلم إلا انه لم يكن السبب الوحيد ولا المباشر في انطلاق حركات البحث، ففي أقل من خمسين سنة خلق العلم الحديث وتشعبت مجالاته وكان هذا النمو السريع اكثر تركيزاً من أي وقت سابق أو لاحق، وكان مركز هذا النمو لندن وباريس، حيث لم يجد علماء ايطاليا وهولندا مجالات جديدة للبحث بينما لم يتحرك احد من علماء وسط وشرق أوروبا .

اما السبب الرئيسي الذي ساعد على هذا النمو السريع للعلوم في انكلترا وفرنسا هو استقرار الحكومات فيهما وسيادة الطبقة البرجوازية أو على الأقل قوتها ، ففي انكلترا كان من نتيجة الحرب الأهلية قيام ثورة حقيقية قام بها التجار الأثرياء بمعاونة الشعب واصحاب الأراضي الصغار تم بها سحب القوة من الملك والنبلاء، ولكن لم يدم هذا الأنتصار طويلاً، فقد قامت المشاجرات بينهم حيث كان للشعب ميول ديموقراطية تنذر بالخطر كما كانوا ينادون بالعدالة الاجتماعية٤ـ١٧٠ وبمجرد ان عزل كرومويل عاد الوفاق بين التجار واصحاب

الأراضي ، وجاء الملك شارل الثاني كأول ملك دستوري ، وفي ذلك الوقت كان التجار يملكون ناصية الاقتصاد في البلاد ولكن ظهرت لأول مرة طبقة جديدة من اصحاب المصانع ، بعضهم من التجار والبعض الآخر من الحرفيين المهرة كان لازدهار الصناعة والتجارة بعد الحرب الأهلية بالاضافة الى اتساع نطاق الملاحة الأثر الأكبر في التطور والتقدم الآلي الذي وصل القمة ، وبذلك توافر المكان والزمان لتطور العلوم ، في منتصف هذا القرن بالرغم من زعامة وثراء هولندا الكبير فقد كانت متخلفة في هذا المضمار ، ومن ناحية اخرى كان قد مضت ستون سنة منذ ان قامت الثورة في هولندا التي انتهت باستقلالها عن اسبانيا ، ولكن المساندة الشعبية التي ثبتت الاستقلال كانت قد تبددت واصبحت السلطة في يد تحالف التجار الأثرياء وملاك الأراضي ، ولم تلبث الثورة ان اجهضت نتيجة الحروب التجارية دون الانتاج الجيد ، ولذلك تخلفت هولندا ولم تستمر في المركز القيادي كما كانت . وفي نهاية هذا القرن رحل عنها كثير من الهولنديين الأكفاء واستوطنوا انكلترا ، وهناك ساهموا في تقدمها تحت حكم الملك بينما رحل عنها عالمها العظيم كرستيان هيوجنس Christian Huggens الى باريس وهناك انجز معظم اعماله كعضو في الأكاديمية الفرنسية ، ومن ناحية اخرى كانت الثورة العلمية في فرنسا لا تزال في المهد حيث كان نفوذ الأقطاع والكنيسة قوياً ظهر في سحق هيوجنس ، وكانت خطوات الثورة بطيئة تأثرت بالغاء مرسوم نانت عام ١٦١٥ ، وكان من الصعب على دولة عظيمة كفرنسا ـ اغنى دولة اوروبية ـ ان تقف بعيداً عن مجال التقدم الاقتصادي العالمي ، في ذلك الوقت تنازل النبلاء عن جزء من نفوذهم مقابل اعفائهم من الضرائب وتقرير معاشات لهم ومساهمتهم في اقامة المواكب في فرساي ، وبذلك تركزت القوة في يدي الملك ، ولكن كانت الادارة الحكومية تديرها الطبقة البرجوازية وكان معظمهم من المحامين الأذكياء « نبلاء الرداء » ومنهم ظهر معظم العلماء ، وفي الحقيقة لم يعمل بهذا الوفاق الا في أوائل عهد لويس السادس عشر (١٦٦١ ـ ١٦٨٣) تحت اشراف رجل الأعمال كولبير Colbert ، وحدث هذا في نفس الوقت الذي انتعش فيه العلم .

لعبت الممالك الأوروبية الأخرى دوراً صغيراً في تقدم العلوم ، فالمانيا والنمسا كانتا قد بدأتا فترة النقاهة من ويلات حرب الثلاثين عاماً (١٦١٨ ـ ١٦٤٨) وفي اسبانيا والبرتغال أوقفت تماماً محاكم التفتيش بينما في ايطاليا كان اتباع جاليليو يحاربون حرباً جسوراً ضد النفوذ الاكليريكي ٤-١٣٦ ، ١٥١ ، اما السويد

وبولندا وروسيا فكانت لا تزال مورد المواد الأولية وكانت في دور آلام المخاض من نظام عبودية الأرض والأقطاع وبالرغم من قوتهم العسكرية بدأوا يساهمون في تقدم العلوم .

القرن العظيم

بعد الفوضى الكبيرة في الشؤون الدينية والسياسية التي انتشرت في المائة سنة الأخيرة اتسم النصف الأخير من القرن السابع عشر بالهدوء والازدهار ، وبالرغم من انتشار الحروب والطاعون في ذلك الوقت لم تتأثر الحركة العلمية إلا قليلاً وساعد على ذلك عدم تدخل الحكومات في حرية تنقل العلماء وحركاتهم كان هذا العصر عصر يقظة بناء الحضارة أو القرن العظيم وفيه اعترف بفضل العلماء وكرموا كجزء من طبقة الأدباء كانت اهتمامات الحكومات والطبقات الحاكمة في الدول المتقدمة تنحصر في التجارة والملاحة وكذلك الصناعة والزراعة هذه الأهتمامات اقتضت تهيئة العوامل والقوى المحركة للوصول الى قمة انجازات المرحلة الثالثة للثورة العلمية وهي الخطوة الأولى للمجهود المنظم اليقظ لاستغلال العلم في النواحي العملية وكانت هذه هي الثمرة التي حث بيكون العلماء على جنيها قبل ذلك بثلاثين سنة وكانت طريقة بيكون سواء في اداء التجارب أو البحث المنظم هي وسيلتهم

كان هؤلاء الرجال الذين قاموا بهذا الانجاز عنوان عصرهم وطابع بلادهم ، وبدلاً من ان يكونوا من رجال البلاط الملكي أو من رجال الجامعات الذين كانوا يعتمدون على الأمراء والنبلاء في معيشتهم وهو طابع علماء المرحلتين الأولى والثانية اصبحوا في القرن السابع عشر من مشجعي الفنون وهم رجال اعتمدوا على انفسهم وكان معظمهم من التجار وملاك الأراضي والأطباء والمحامين وبعض رجال الدين وبالرغم من انهم طلبوا مساعدة الملك إلا انهم لما ينالوا منه شيئاً فالملك شارل الثاني لم يساهم ببنس واحد لتشجيع البحوث ولا الجمعية الملكية ولم يحاول قط أن يجد الوقت لزيارتها وكان على مشجعي الفنون ان يمولوا البحوث العلمية من مالهم الخاص ولما امتلأت جيوبهم بسرعة نتيجة انتشار وازدهار التجارة امتد نفوذهم الى البلاد الأخرى التي تطور فيها العلم كما تبنى بعضهم العلماء مثل روبرت بويل Robert Boyle الذي احتضن هوك Hooke وهو ابن قسيس فقير كما احتضن كرستيان هيوجنس دينيس بابن Denis Papin . كان

هؤلاء الرجال شغوفون بالعلوم فلم يبخلوا بالمال للصرف عليها، ولما كثر عددهم انجذبوا بعضهم لبعض وتجمعوا وناقشوا وتبادلوا المعرفة، وبفضل تأثير افكار وفلسفة بيكون فكروا في انشاء مؤسسة الغرض منها محاولة معرفة اسرار الطبيعة عن طريق العمل الجماعي التعاوني.

انشاء الجمعيات العلمية

كانت المرحلة الثالثة للثورة العلمية مرحلة انشاء أول جمعيتين علميتين على اسس متينة، وهما الجمعية الملكية بلندن، والأكاديمية العلمية بباريس، وقد كرستا جهودهما في تطوير وتحسين المشكلات الفنية المعروضة في ذلك الوقت وخاصة المضخات والآلات الهيدروليكية والمدفعية ووسائل الملاحة بعيدتين كل البعد عن المناقشات الفلسفية، وفي الحقيقة كانت مشكلات الملاحة هي الدافع لتطوير الوسائل العلمية، كان من نتيجة هذا اتحاد العنصرين الأولين للعلم الحديث وهما الميكانيكا والفلك وهذا هو احد انجازات نيوتون، وفي الجزء الأخير من هذا الفصل سأحاول تتبع بعض خيوط المحاولات والمناقشات التي أدت الى هذا الأتحاد، وفي هذه المرحلة تم انجاز الكثير من النتائج العملية من خلال دراسة المضخات، وكان أول هذه النتائج اكتشاف الفراغ ثم قوانين الغازات التي انتهت باختراع الآلة البخارية، وكذلك ثورة الكيمياء في الهواء المضغوط في القرن التالي، ومنذ انشاء الجمعيات العلمية تم الاعتراف الكامل بالعلم كعامل من عوامل الثقافة.

كانت فكرة انشاء الجمعيات العلمية قديمة جداً فالأكاديمية العلمية في ليسيم Lycseum ومتحف الاسكندرية (ص ٢١٢) امثلة لذلك ولم تكن الجامعات الأسلامية والمسيحية إلا أمثلة اخرى لهذه الجمعيات، ولكن بمجيء القرن السابع عشر اصبح واضحاً ان هذه الجامعات لا تستطيع حل المشاكل الجديدة، فلا بد من ظهور شيء مختلف، وسرعان ما ظهر هذا الشيء في رسالات ملهمين من نوع جديد امثال فرنسيس بيكون وكذلك في التجمع التلقائي السريع للرجال المهتمين بالشؤون العلمية والاعتراف الرسمي بهم٤-١٤٦، ومن ضمن الملهمين الجدد جون كومينيس John Comenius (١٥٩٢ - ١٦٧٠) آخر اساقفة كنيسة مورفيان Moravian وكان شخصية فذة، اهتم بالعلم كجزء من دراساته الجامعية، وكرس معظم حياته في تشجيع البحوث العلمية، وهو الذي خطط لأنشاء كلية الباسيفيك حيث كانت تجري التجارب الفلسفية، ترك كومينيس بوهيميا بسبب حرب

/ الثلاثين عاماً وعاش متجولاً وعرف بين الدول بطرقه الناجحة في التعليم والتربية ، / وبدأت شهرته تتألق عندما اصبحت الحاجة ماسة الى وجود رجال علمانيين مثقفين لتنظيم الادارة الحكومية / وفي عام ١٦٤١ جاء كومينيس الى انكلترا بدعوة من برلمانها / وكان أمله كبيراً في انشاء كلية / ولكن بالنسبة لوجود صعوبات عديدة في ذلك الوقت لم يستطع ذلك / ولكن أدى نفوذه القوي الى تثبيت اقدام الجمعية الملكية٤-١٤٦ /

/ وفي الحقيقة كانت أول جمعيتين علميتين أنشئتا هما اكاديمية لنسي Lincei بروما (١٦٠٠ - ١٦٣٠) واكاديمية سيمنتو Cemento بفلورنسا (١٦٥١-١٦٦٧)٤-١٥ ولو انهما كانتا على مثال الجمعيات العلمية إلا انهما ظهرتا متأخرتين على المسرح الايطالي / ولاستمرار وجود المعوقات للعلوم الحديثة بايطاليا لم يستطيعا البقاء طويلاً / ومن جهة اخرى كانت الجمعية الملكية بلندن (١٦٦٢) والأكاديمية العلمية بباريس (١٦٦٦) أكثر حظاً منهما حيث تكونتا في باديء الأمر من اعضاء شغوفين بالعلم الحديث /

/ وفي فرنسا اجتمع العلماء الفرنسيون ومن بينهم جاسندي Gassendi مكتشف النظرية الذرية في بيت محام ثري اسمه بيرسك Pieresc عام ١٦٢٠-٤١ / في اكس بروفنس Aix-en-Provence واستمر هذا البيت المركز الحقيقي للنشاط العلمي في ذلك الوقت الى ان توفي عام ١٦٤٨ ، ثم انتقل الى صومعة راهب كاثوليكي اسمه مرسين Mersenne ولم يكن عالماً بل شغوفاً بالعلم / / لم يكل ولم يتعب وعمل في مكتب للبريد يجمع اعمال العلماء من انحاء أوروبا من عهد جاليليو الى عهد هوبز Hobbes٤-٦ / وبعد مرسين كانت الاجتماعات تعقد في بيت محام آخر اسمه مونتمور Montmor وفي هذا المكان انبثقت فكرة انشاء الأكاديمية الملكية / ثم ظهر مشجع آخر للعلوم من نوع جديد هو رينودوت Renaudot (١٦٧٩) وكان طبيباً نشطاً ميالاً للعراك / احدث قلقاً لكلية طب باريس حيث فتح مستوصفاً لعلاج الفقراء بالمجان والحق به قاعة للمحاضرات والأجتماعات العلمية / كما انشأ داراً للنشر ومكتباً للتوظف / وجهز كل ذلك بالمعدات اللازمة من ماله الخاص / وبوفاة الكاردينال مازارين Mazarin عام ١٦٦١ استطاع اعداؤه غلق الأكاديمية ووقف كل تقدم في العلوم فترة تزيد على المائة عام /

وفي انكلترا كان اجتماع العلماء التجريبيين عام ١٦٤٥ ، علامة انتهاء الحرب الأهلية وكان معظمهم من البرلمانيين المتعاطفين مع العلم والقليل منهم ينتمون الى طائفة البيوريتان الذين لم يشتركوا في الصراع الدائر ، وكان المحرك والقائد للمجموعة هو جون ولكنز John Wilkins وكان من رجال الكهنوت مهتماً بالسياسة تزوج اخت كروموبل وعيّن اسقفاً لشستر وبالرغم من انه كان من رجال الدين إلا انه كان مصراً على مساندة الفلسفة الجديدة وكان من زملاء ولكنز الرياضي والدكتور واليس Wallis والدكتور ثيودور هاك Theodore Haak وهو لاجىء الماني وهو الذي اقترح عقد اجتماعات اسبوعية وبعد عدة اجتماعات قرروا عام ١٦٤٦ ان يكون مكان الاجتماع في اكسفورد ، وقد اعيد تشكيل جامعتها بمرسوم برلماني واصبح الكثير من أعضائها نواب المجالس النيابية ، وحتى عصر الأصلاح عام ١٦٦٠ كانت اكسفورد المركز القياسي الرافض لآراء أرسطو التي كانت موضع التبجيل قبل ذلك وبعده ، وفي ذلك الوقت انضم الى صفوف الجماعة ثلاثة من الشبان المتحمسين الذين كانوا يبشرون بمستقبل باهر وهم النبيل روبرت بويل Robert Boyle وسير وليم بيتي William Petty والدكتور كرستوفر Christopher وأيضاً ولو بنصيب متواضع روبرت هوك Robert Hooke الرجل الذي عمل كل جهده لتثبيت اقدام الجمعية الملكية وكان من أعضاء الجمعية توماس سبرات Thomas Sprat أسقف روشستر مؤرخ الجمعية الذي كتب يقول٤ـ١٣٩ـ١٤٠ : كان الغرض من تجمعهم لا يتعدى الشعور باستنشاق هواء نقي والمناقشة الحرة في هدوء دون انفعالات نفسية في جو هذا العهد الموحش ، واذا لم يكن في تجمعهم فائدة إلا هذه المزايا فهذا كان كافياً ، ومن هنا نشأ جيل من الشباب المحصن ضد معارضة رجال العصر التالي الذين تلقوا على ايديهم أول انطباعاتهم عن المعرفة الواعية الكريمة وكانوا محصنين ضد كل الترانيم الحماسية للفلسفة الجديدة ، هذه الفلسفة الجديدة لم تفرقنا ابداً الى فئات متصارعة ، وهي التي اعطتنا المكان لكي نختلف دون بغضاء أو كراهية وسمحت لنا بالتأملات المضادة دون خطر من حرب اهلية ،

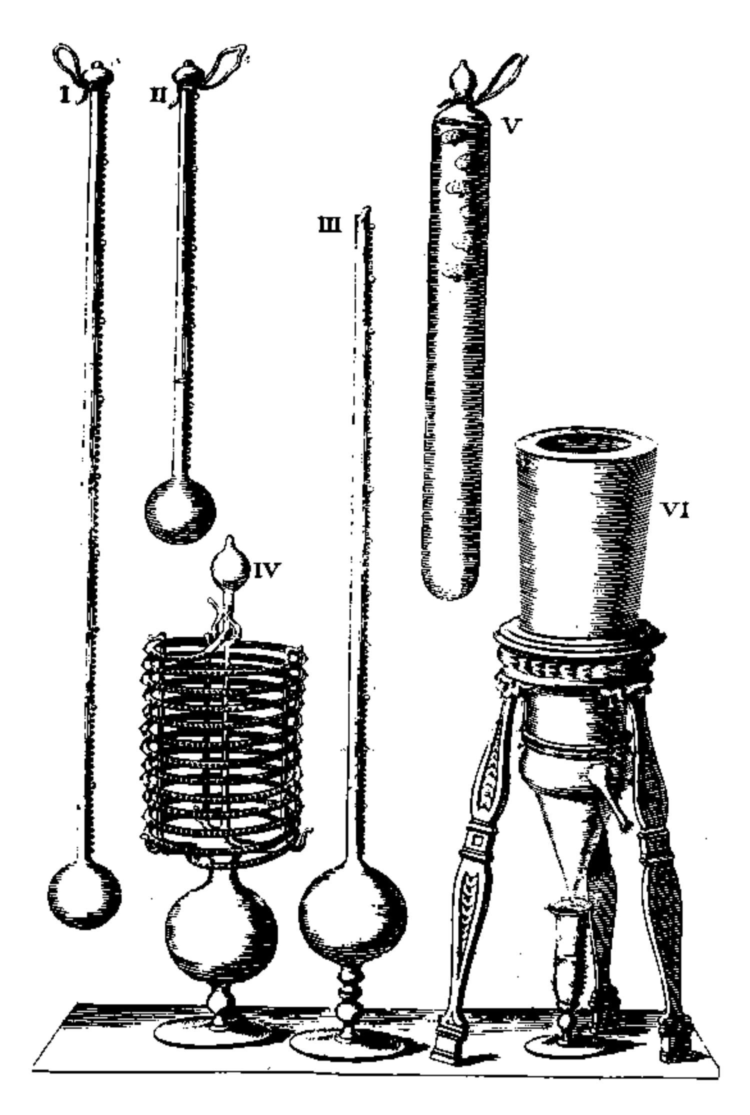
كانت اجتماعات تلك الجماعة متعددة وبقدر ما تسمح لهم اعمالهم ، وكانت جلساتهم جلسات عمل تم فيها المحادثات والمناقشات واجراء بعض التجارب الخاصة في علمي الكيمياء والميكانيكا ، ولم يكن لديهم أي قوانين أو طرق ثابتة وكان كل همهم الاتصال ببعضهم ومعرفة اخبارهم العلمية واكتشافاتهم التي

استطاعوا انجازها في محيطهم الضيق .

وفي أول الأمر كان هواة العلم يجتمعون ويتناقشون ويعرض كل منهم تجاربه ويكتبون الخطابات الى اصدقائهم الغائبين أو الى زملائهم في الدول الأخرى ، ومن هذه المجتمعات بدأت الاتصالات وظهرت النشرات العلمية بطريقة غير رسمية ولا منظمة ، ثم اعقب ذلك الاتصالات المنظمة الدورية المسجلة ، واخيراً ظهرت الحاجة لعلماء انكلترا وفرنسا بضرورة انشاء مؤسسة ثابتة ليتمكنوا من خلالها الأستمرار في اعمالهم ، وايقنوا ان هذا الاستمرار يتوقف على ظهور نتائج عملية ايجابية لأعمالهم وهذا يحتاج الى مال واهتمام اكثر .

اما الخطوات التي تمت في هذا الموضوع ، فقد اختلفت باختلاف طبيعة الحالة الأقتصادية في كل من المملكتين . ففي فرنسا حيث كانت السلطة مركزة في ايدي رجال الحكومة كان طبيعياً ان يكون تأسيس الجمعية ليس فقط على يدي الملك بل بتمويل منه . في ذلك الوقت حاول كلبير اقامة صناعة وطنية في فرنسا ، ولذلك لم يكن صعباً التأثير عليه للمعاونة في انشاء الأكاديمية العلمية لتقابل اكاديمية مازارين للآداب والفنون الجميلة ، ولكن كان المظهر والأبهة في الدولة من لوازم عظمة المملكة « الملك الشمس » كالتجارة تماماً . اما الصناعات التي اختارها كلبير فكانت صناعة المنسوجات الحريرية في ليون وصناعة الخزف في سيفر والسجاد والجوبلان في باريس ، وكانت هذه الصناعات تعتبر من الأشياء الهامة كصناعة بناء السفن الحربية ٤-١٤ .

ومن ناحية اخرى كانت انكلترا لا تزال تعيش عصر الأصلاح ، وكان هناك بعض آثار الاستقلال الشعبي ، حيث كانت الثروات الحقيقية في ايدي ملاك الأراضي الأرستقراطيين والتجار . وكان المطلوب من الملك الرعاية فقط لتأسيس الجمعية الملكية . وكان اعضاء الجمعية الجديدة يدفعون الأشتراكات لتحقيق وجودهم العلمي وكان الأشتراك شلناً واحداً في الأسبوع . وكان من الصعب ليس فقط جمع هذه الاشتراكات بل لم تكن كافية لدفع اجور السكرتير وأمين الجمعية الذي كان يجب ان يكون ممتازاً في المعلومات الفلسفية والرياضية كما يجب ان يكون فطناً قوي الملاحظة قادراً على الاستفسار والتقصي علمياً بالتجارب الطبيعية والفنية ، وكان عليه ان يقدم الى الجمعية في كل اجتماع ثلاث أو أربع تجارب دون ان ينتظر اي مكافأة الى ان تحصل الجمعية على رصيدٍ كافٍ تستطيع منه الدفع ٤-١٩ ، ٢٦ ، ٥٣ ، ٨٣ ، ١٢٤ .



شكل (١٣٠)

كانت اكاديمية سيمنتو **Cimento** من أوائل الجمعيات العلمية التي انشئت في فلورنسا عام ١٦٥٧ ، وضع اساسها تلميذان من تلاميذ جاليليو هما فنزينزيو فيفياني **Vincenzio Viviani** (١٦٢١- ١٧٠٣) وايفانجلو توريشلّي **Evangelist Torricilli** (١٦٠٨- ١٦٤٧) وكان ذلك قبل افتتاحها الرسمي بعدة سنوات . في الرسم انواع مختلفة من الترمومترات ومقياس للمطر .

/ كانت النتيجة الطبيعية لأعتراف الدولة بهذه الجمعيات هي توافق الأفكار بينها والبعد عن المناقشات واصدار النشرات في الأمور الدينية والسياسية / وفي فرنسا سحبت الكنيسة كارهة تأييدها السابق وإصرارها على قبول نظام أرسطو ، وقبلت الحل الوسط الذي اقترحه ديكارت / وفي انكلترا حدث نفس الشيء فقد تم توزيع مجالات الأهتمام ولكن بطريقة مختلفة ، فكان من نتيجة الأضطرابات والمشاكل المتعددة التي نتجت بعد الثورة الكبرى في منتصف القرن السابع عشر رغبة العلماء في البعد عن المناقشات اللاهوتية والسياسية التي كانت تشغل بال المثقفين في ذلك الوقت ، وجاء في مقدمة مشروع انشاء الجمعية الملكية الذي قدمه هوك عام ١٦٦٣ ما يلي : « ان وظيفة الجمعية الملكية هي تحسين المعلومات عن الأشياء الطبيعية وكل الفنون المفيدة ، وهي الصناعات وممارسة الآلات والميكانيكا والاختراعات والتجارب وعدم التدخل في الأمور اللاهوتية والميتافيزيقية والسياسية وكذلك المنطق والفلسفة والنمو »٤-١٩ ،

الوعد والوفاء

/ فشل في البداية ونجاح في النهاية

من الملاحظ انه لم يستمر نشاط الجمعيتين العلميتين في كل من فرنسا وانكلترا إلا لفترة قصيرة / ففي عام ١٦٩٠ ،كان كل منهما في موقف حرج وكانتا في حالة تدهور وانحلال / اما عودتهما الى نشاطهما في القرن الثامن عشر فقام على اسس جديدة ، ومما ساعد على عودتهما الى الحياة مرة اخرى التشجيع العام / كان اهتمام المجتمع دلالة على ان العلم اصبح في ذلك الوقت مثيراً وممتعاً ومشوقاً وربما نافعاً / ادرك ذلك فرنسيس بيكون وروجر بيكون منذ أربعة قرون وان دراسة الطبيعة هي الوسيلة الوحيدة للسيطرة عليها واخضاعها لمنفعة الانسان ، ولكن هناك فرق كبير بين الفكرة والانجاز وكان هناك مجال واحد ـ ولو انه هام جداً ـ وهو الفلك والملاحة الذي اظهر فيه العلم وخاصة الفيزياء والرياضيات فائدة حقيقية ـ فقد استطاع السير انتوني دين Antony Deane عام ١٦٦٦ ، أن يقيس غاطس السفينة قبل انزالها في الماء ، ولكن ذلك لم يؤثر في صناعة بناء السفن كثيراً / ولقد اعطت الجمعية الملكية وعوداً اكثر مما استطاعت انجازه / وعلى المدى القصير كان هناك بعض التبرير للسخرية التي قابل بها المفكرون غير العلميين اعمال الجمعية ويتمثل هذا في النقد الساخر لسويفت Swift من رحلات جوليفر Gulliver's



شكل (١٣١)

الجمعية الملكية بلندن ـ انشئت للتقدم في المعلومات عن الطبيعة عام ١٦٦٠ ونالت مرسوم تأسيسها عام ١٦٦٢ . كتب توماس سبرات Thomas Sprat (١٦٣٦ـ ١٧١٣) أسقف روشستر تاريخ الجمعية عام ١٦٦٧ ، ولو انه لم يكن تاريخاً بل كان دفاعاً عن الجمعية ./

تبين الصورة لورد برونكر Brouncher أول رئيس للجمعية (على اليسار) والملك شارل الثاني شفيع الجمعية (في الوسط) وفرنسيس بيكون (على اليمين) .

Travel أما على الأمد البعيد فكان التأثير مختلفاً فبتوجيه انظار الطبيعيين الى التجارة امكن وضع اسس جديدة للتقييم العقلاني واصلاح الفنون التقليدية وكذلك الصناعات في القرن التالي/ هذه الأسس هي التي مهدت لقيام الثورة الصناعية والتي أدت مباشرة الى طابع هذه الثورة ـ الآلة البخارية ـ والتي بحق يمكن ان يطلق عليها « الآلة الفلسفية » / انها ليست ثمرة مجهود فرد واحد او مخترع واحد ولكن ثمرة مجهود مجموعة من العلماء في اكاديمية سيمنتو والجمعية الملكية بلندن والأكاديمية الفرنسية /

اصبح العلم مؤسسة

كان لتأسيس الجمعيات العلمية تأثير آخر اكثر دواماً وبقاءً ـ فقد جعلت من العلم مؤسسة لها الجلال والهيبة ولسوء الحظ بعض التباهي والتزمت المفرط كالمؤسسات القديمة للحقوق والطب / اصبحت هذه الجمعيات هيئات للتحكيم في الشؤون العلمية لها محلفين والسلطة والنفوذ لرفض واستبعاد الكثير من الدجالين والمخبولين الذين كان من الصعب على عامة الشعب ان يفرقوا بينهم وبين العلماء الحقيقيين / ولسوء الحظ استطاعوا ان يبعدوا ولو الى وقت قصير الكثير من الآراء الثورية في العلوم المتداولة /

غطت اهتمامات جماعة العلماء في أواخر القرن السابع عشر ـ كما بينت ذلك محاضر جلساتهم ـ كل مجالات البحث عن الطبيعة والحياة العملية بدءاً من ابعاد النجوم الى الكائنات الدقيقة ومن الصباغة الى الحبوب السامة ١٣٩-٤، ١٤٠ .

وفي عام ١٦٦٣ كتب الأسقف سبرات أول بيان عن انشاء اول هيئة علمية جديدة وهو « تاريخ الجمعية الملكية » عندما كانت في العام الخامس من عمرها / كان هذا البيان اكثر من سرد لتاريخ الجمعية فكان برنامجاً وفي نفس الوقت دفاعاً عن الفلسفة العملية الجديدة وبعد ادانة بعض الفلاسفة المتعنتين صرح بقوله : « الطراز الثالث من الفلاسفة الجدد هم الذين لقوا المعارضة من الذين سبقوهم » وهم الذين وضعوا لأنفسهم منهجاً لاجراء تجاربهم ، وكان هذا المنهج بطيئاً ولكنه صحيح وقد واصلوا العمل بقدر ما سمحت ظروف حياتهم القصيرة أو تنوع شؤونهم الأخرى أو ضيق مواردهم المالية » .كان سبرات يدافع وينادي بحق الالتحاق بالجمعية العلمية لكل الطبقات ولكل المهن من جميع الدول ثم اشار الى

سبب الحياة الجوهري Raison d'etre حيث قال :

« ان هذا هو طابع العصر الذي نعيش فيه ، ان العقول المفكرة المبدعة التي تقوم بالتجارب متفرقة حتى في هذا القطر ، فاذا وجدنا واحداً أو اثنين فمن الصعب الحصول على العدد الكافي من الرجال لأجراء مثل هذه التجارب ، فكل الأماكن والأركان مشغولة بهذا العمل ونجد كثيراً من المآثر ووسائل التشجيع تقدم كل يوم من الشركات الصناعية ومن التجار والمزارعين والرياضيين وصيادي الأسماك ، اما الشك فيمس الأجيال القادمة ولكننا نعدهم بأنهم سوف لا يكونون عقيمين ويحرمون من العقول الفضولية حيث اصبح الطريق ممهداً امامهم عندما يتذوقون ثمرات هذا الجهد المبذول » وينهي سبرات هذا النقاش حول اجراء التجارب ووسائلها في الجمعية بالتعليق على طريقة مناقشاتهم ويصر على التخلص من الكلام المنمق والمطول والزائد عن الحاجة ، ولهذا السبب رفض بصراحة التضخم والاستطراد والاسهاب في القول والرجوع الى الأختصار والوضوح عند عرض الموضوعات وفرض على جميع الأعضاء ان يسلكوا طريق الكلام الواضح والعبارات السهلة والبساطة في التعبير وتقريب المعلومات الى الأذهان كما توضحها الأرقام الرياضية وتفضيل لغة الحرفيين والفلاحين والتجار على لغة العلماء .

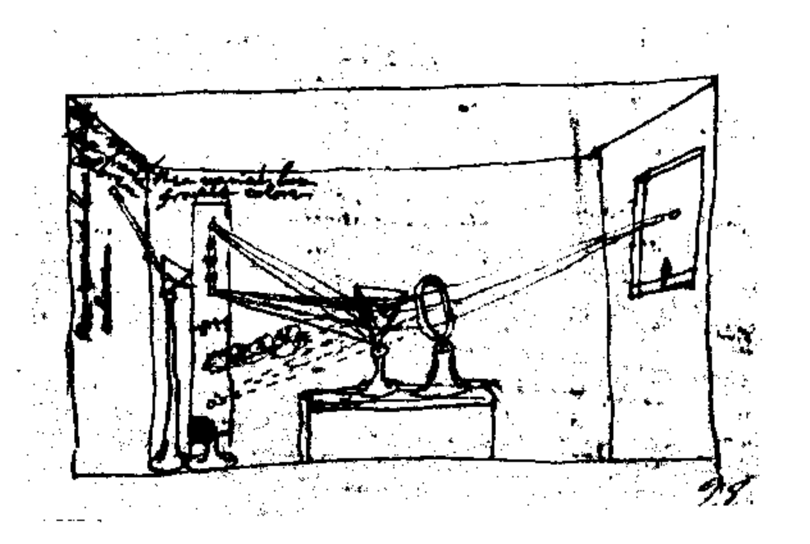
كانت النتيجة ان اسلوب اللغة الانكليزية بسط تبسيطاً شديداً في أواخر القرن السابع عشر٤-٩٦ ، ٩٧ ، وبعد مائة عام كتب صمويل جونسون Samuel Johnson تعليقاً على بيان سبرات بقوله : « هذا من الكتب القليلة التي استطاعت ان تحافظ على اختيار العواطف وانتقاء الكلمات المنمقة ولو انه عالج موضوعاً متغيراً وعابراً » والآن نقرأ تاريخ الجمعية الملكية ليس بفرض معرفة ماذا كانوا يصنعون ولكن لمعرفة كيف كانت تدار جلساتهم برئاسة برات»٤-٩١ .

مراكز الأهتمام في التقنية

كان واضحاً في أول الأمر انه يمكن لأي شيء ولكل شيء ان يتطور بواسطة البحوث الفلسفية ، ومع ذلك كانت هناك مجالات جذبت انتباه متذوقي الفنون الجديدة وهي التوسع في التجارة والصناعة ، وأول هذه الموضوعات كان تطوير العلوم الفلكية لخدمة الملاحة في المحيطات ، وخاصة حل مشكلة معرفة خطوط الطول ، وكان هذا مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بمشكلة معرفة حقيقة ونظام المجموعة الشمسية التي تم التعرف عليها ولكن لم تقس فيزيائياً ، اضف الى ذلك ان الفلك

هو الذي قدم احسن مجال لتوضيح طبيعة الكون رياضياً ، وجاء الحل الأخير على يدي نيوتون وكان هذا بحق اكبر انجاز واعظم انتصار للعلم الحديث .

ولكن هذا الاهتمام المعاصر يجب ان لا يخفي الانجازات الأخرى للعلم والتي لا تقل اهمية عن موضوع المجموعة الشمسية ، ومن هذه الانجازات العدسات ونظرية الضوء المرتبطة بالتيليسكوب واهميته للفلك والميكرسكوب واهميته لعلوم الحياة . ومن الانجازات الأخرى استخدام الهواء المضغوط والفراغ اللذين أديا الى التقدم العظيم في الصناعة . كانت مشكلة الفراغ موضع الجدل والخلاف بين المفكرين منذ أيام الاغريق . ساعدت التجارب العملية الجديدة التي اثبتت وجوده في احياء النظرية الذرية لديموقريطس التي قدمت الحلول العقلانية



شكل (١٣٢)

رسم لنيوتون يبين تجربة استعمال الموشور ويرى في الصورة الضوء يدخل من ثقب في النافذة (على اليمين) ويمر هذا الشعاع من خلال عدسة فيتفرق بواسطة الموشور الى الطيف بألوانه المختلفة . وعلى اليسار موشور آخر لا يحدث تفرقاً للضوء مثبتاً ان ألوان الطيف هي التي تكون الضوء الأبيض .

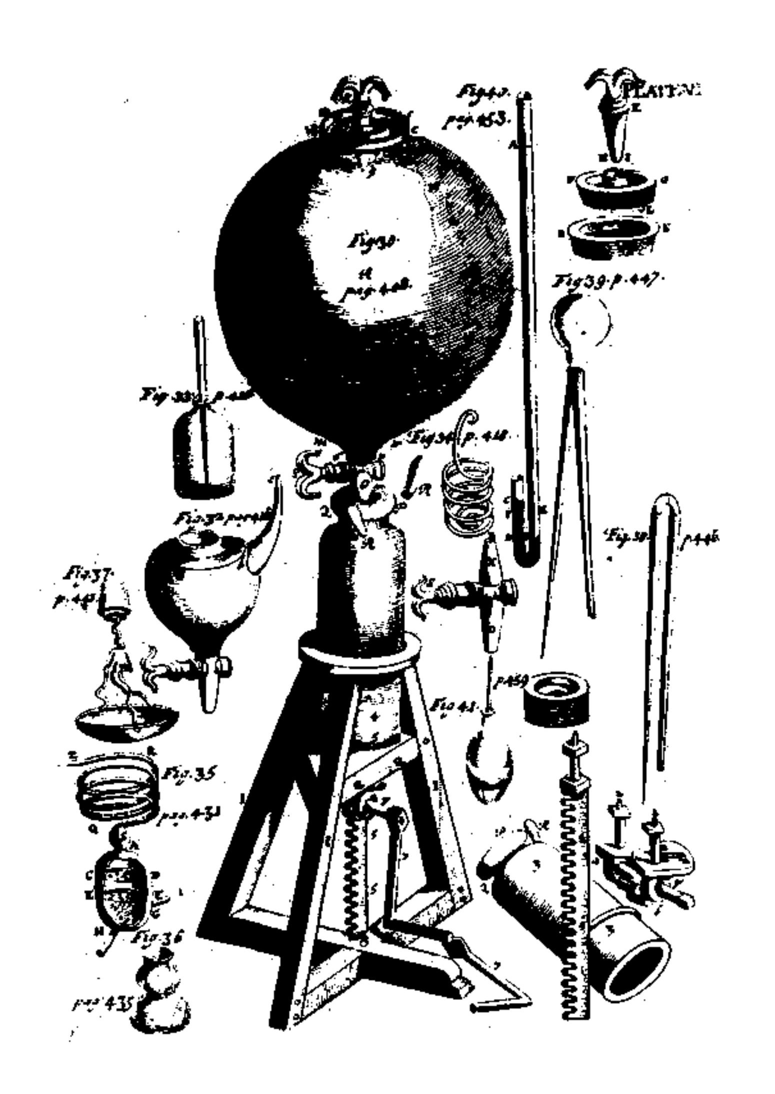
من كتاب الكلية الجديدة **New College** بأكسفورد .

والتفسيرات الكمية في محيط الكيمياء التي كانت في ذلك الوقت احد السبل للتقنية والحلول الأسطورية ، ومن ناحية اخرى كانت الكيمياء مرتبطة ببدء ظهور علم وظائف الأعضاء ، اما التساؤلات عن طبيعة الدم ووظائف الرئتين وعمل الأعصاب والعضلات وعمليات الهضم كل ذلك نوقشت وبحثت على ضوء الفلسفة المادية الجديدة ، هذه المواضيع المختلفة لم تكن بعيدة عن متناول رجال هذا العهد ، وفي الحقيقة قد أحسن عرضها وتوضيحها اثناء حياتهم وفي اعمالهم ، وكان من ضمن هؤلاء العلماء المبرزين روبرت بويل ومساعده روبرت هوك .

روبرت بويل Robert Boyle

وُلد روبرت بويل في لسمور Lismore عام ١٦٢٧ وهو الولد السابع والأبن الثالث عشر لرتشارد بويل امير كورك وكان شرساً ومغتصباً للأراضي في عهد الملكة اليزابيث٤-٣٦ ، ١٠٤ ، ١٢٢ ، امضى روبرت بويل معظم حياته وسط جماعة البيورتيان حيث حول عقيدته كمعاصريه بسكال وستينو . يختلف بويل عن بسكال(*)(٥) فلم يغير نظرته نحو العلم بل بالعكس حاول بكل الطرق ان يستغله في الكشف عن الحقيقة ، ولهذا السبب وسبب آخر هو اعفاؤه من الخدمة العسكرية مدى الحياة عاش متقشفاً وزاهداً ولم يشارك في الحرب الأهلية وكرس حياته وثروته في السعي نحو الفلسفة التجريبية الجديدة ، عمل بويل مع الكلية الخفية بأكسفورد Invisible College وكان من مؤسسي الجمعية الملكية وعين رئيساً لها عام ١٦٨٠ ولكنه تنحى عنها بسبب عدم رضائه عن بعض التصرفات ، كان بويل دون شك ابرز عضو في الجمعية الملكية كما كان نيوتون عندما كان رئيساً لها وكتب الكثير من الكتب في الشؤون الدينية والعلمية ، أما أشهر اعماله غيرمرونة الهواء Srping of Air كان Seraphick Lover وكذلك الكيماوي المرتاب والتجارب الفاشلة The Skeptical Chymist and the Unsuccessfulness of Experiments

كان الاهتمام المبكر لبويل في النظرية الذرية هو الذي هداه الى الكشف العظيم عن الفراغ وقوانين الغاز ، وبعد ذلك لم يكن موفقاً بسبب عدم تمكنه من الرياضيات عدم حذقه أداء التجارب العملية ، ولكن السبب الرئيسي هو محاولته شرح مشاكل الكيمياء بنظريات ميكانيكية لا يمكن تطبيقها ، وقبل جمع الأدلة الكافية لحلها بوسائل اخرى ، أما اهتماماته الأخرى فكانت في محيط علمي وظائف الأعضاء والطب حيث كان الأمل ضعيفاً في حل مشاكلها ومع ذلك شجع



شكل (١٣٣)

آلة لتفريغ الهواء صممها روبرت هوك لروبرت بويل .

الصورة مأخوذة من كتاب روبرت بويل وعنوانه « تجارب جديدة في الفيزياء والميكانيكا لندن عام ١٦٦٠ .

بويل الآخرين على الاهتمام بالعلم وحثهم على المضي في هذا الطريق، وفي الحقيقة كان لتشجيعه وإلهامه الفضل الأكبر في تقدم العلم في القرن التالي / من دراسة حياة بويل نستطيع ان نلمس مدى زهده وحبه لخير الانسانية وهذا هو طابع العلم الحديث ، فقد جمع الرغبة في اظهار عظمة الخالق مع عمل الخير ومساعدة اخوانه، فقد حث مجالس ادارة الشركات مثل شركة برمودا وشركة الهند الشرقية على العمل في هداية الكفار عبدة الأوثان ، ولم يسلك بويل في هذا السبيل مسلك نساك القرون الوسطى بل كان عملياً وفي نشرته عن حسنات الأنسانية وامكان زيادتها بفراسة فلاسفة العلوم الطبيعية٤٠-٤ كتب يقول :

« سأنهي كلامي بقولي : أرجو ان تكونوا مقتنعين بأن الفلسفة التجريبية الجديدة لا تتطور باستغلالها في التجارة فقط بل يمكنها أن تطور التجارة نفسها ولذلك فالتأثير السار الذي يمكن ان تؤديه ليس قاصراً عليها فقط بل يمكن للعلماء ان يطوروا حياة الأنسان / ولهذا السبب يبدو واضحاً ان معالجة شؤون التجارة بأنواعها كانت من الأمور التي تهم الجماهير / ويظهر ذلك في كثير من قوانينا التشريعية الانكليزية التي لا زالت سارية الى الآن لتنظيم تجارة دبغ الجلود وحرق الطُوب وغير ذلك من الصناعات الميكانيكية ولم يحتقر واضعو هذه القوانين عمال هذه الصناعات بل دوّنوا القوانين والتعليمات الخاصة بهم » /

روبرت هوك Robert Hooke

يختلف روبرت بويل عن مساعده الأول وصديق عمره روبرت هوك في أمور عديدة / فبينما انحدر بويل من عائلة نبيلة غنية متعاطفة مع العلماء كان هوك فقيراً يتكسب من اشتغاله بالعلم اثناء سعيه فيه / كان ابناً لرجل من رجال الكهنوت من جزيرة ويت Wight استطاع ان يجد له وظيفة في كلية اوريل Oriel في نفس الوقت الذي جاء فيه بويل الى اكسفورد فأتصل به / وفي الحقيقة ساعده على عمل كل اجهزته العلمية واجراء معظم تجاربه على الفراغ والغازات / ولم يتألق بويل في اداء التجارب بعد ان تركه هوك / عيّن هوك بعد ذلك مشرفاً وأميناً على تجارب الجمعية الملكية عند انشائها، وبالاضافة الى عمله واجباته العديدة استطاع ان يزيد دخله الضئيل والغير ثابت بالاشراف على اعادة بناء مدينة لندن بعد الحريق الكبير عام ١٦٦٦ وكان المسؤول الأول في هذا المشروع ./

لو كان هوك آمناً ومطمئنا على حياته ومستقبله ولو لم يكن قد عانى الكثير من

أجل وجهه القبيح واعتلال صحته المستمر لأمكن ان يكون شخصاً آخر غير هذا الشخص الصعب المرتاب الشرس والمشاكس ، وكان قد أعترف بدوره الحاسم والأكيد في تاريخ العلم / فإذا كان بويل الروح وراء الجمعية الملكية فهوك هو الذي منحها العينين لترى واليدين لتعمل / كان هوك احسن وأعظم من أدى التجارب الفيزيائية مثل فاراداي / ولكن للأسف لم يكونا مبرزين في الرياضيات كنيوتون وماكسويل / كانت اهتمامات هوك عديدة شملت كل مجالات الميكانيكا والفيزياء والكيمياء وعلم الحياة / درس المرونة واكتشف ما يعرف الآن بقانون هوك وهو اقصر قانون في الفيزياء « يتوقف التمدد على القوة » واخترع الرقاص وبواسطته صنعت الساعات الدقيقة وكذلك الكرونومترات وكتب كتاباً عنوانه Micrographia وهو أول سجل علمي منظم عن عالم الميكرسكوب ويشمل اكتشاف الخلية ، وادخل التيليسكوب في القياسات الفلكية كما اخترع الميكروميتر وشارك بابن Papin شرف التمهيد لاختراع الآلة البخارية /.

اما اكبر انجازات هوك العلمية والذي من اجله نال التكريم الآن هو ابتكاره فكرة قانون التربيع العكسي والجاذبية الأرضية ، وهنا نرى ان نيوتون فاقه وتفوق عليه بانجازاته الرياضية الفائقة ولكن يتضح الآن ان الفكرة الفيزيائية الأساسية كانت فكرة هوك ومن الظلم ان يسلب حقه وفضله في ذلك . ان حياة هوك تمثل الفرص والصعوبات التي لاقاها المجرب والموهوب في القرن السابع عشر كما انها تبرز الأفكار العلمية القادرة على الابتكار والتي كانت مختزنة لآلاف السنين في عقول وايدي الحرفيين الطبيعيين ٤-٦٣ /.

٧ ـ ٨ صنع صورة العالم الجديد

كان طابع هذا العصر هو الاستقصاء الشامل الذي غطى كل مجالات البحث عن الطبيعة وكذلك الفنون وخاصة في الأمور التي يمكن تطبيق الوسائل الرياضية عليها / لم يكن من الضروري كما كان في العهود الماضية التركيز على قلب نظريات ارسطو في الفيزياء وجالين في علم وظائف الأعضاء / فقد تم تحقيق نظريات كوبرنكوس وجاليليو وهارفي ، ولم يقبل فلاسفة هذا العصر هذه النظريات قبول من سبقوهم بل حاولوا اعطاء هذه النظريات معاني فيزيائية وفلسفية عميقة ، وكان أول هذه المعاني منهج ديكارت وتأكيده على ان اليقين يبدأ بالشك في كل شيء ودوام ملء هذا الكون بالمواد الدقيقة التي تعمل بقوة الدفع من جزء الى

آخر . كان هذا نظام بلينم Plenum

فلسفة الجسيمات : جاسندي Gassendi

بدأ يظهر في ذلك الوقت رأي آخر أقدم بكثير من هذه الآراء فقد أدى الهجوم على آراء ارسطو الى فتح الطريق أمام النظرية الذرية لديموقريطس ، وساعد على اظهارها الفيلسوف الرياضي العبقري جاسندي (١٥٩٢ ـ ١٦٥٥) وكان راهباً في اقليم بروفنكال ، ولو لم يكن متواضعاً منطوياً على نفسه لما امكن لديكارت ان يحجبه ويخفي فضله الكبير على العلوم / كان جاسندي فلكياً ممتازاً وكان أول من لاحظ مرور كوكب عطارد ، وهو أول مؤسسي علم الأرصاد الجوية وأول من درس البقع الشمسية البراقة على حافة الهالة الشمسية (الشموس المزيفة) وكذلك الشفق القطبي ، لم يكن عمله احياء النظرية الذرية كما وضعها ابيكيورس Epicurus ولوكريتيس Lucretius فقط ولكن حولها الى مذهب شمل تطور الفيزياء في عصر النهضة / كانت ذرات جاسندي ثقيلة ذات قصور ذاتي تتحرك في الفراغ ./ ولقد اثبت ذلك خلفاء جاليليو وكان تعريفه للذرات هو نفس التعريف كلمه بكلمة الذي استعمله نيوتون في كتابه العدسات Opticks بعد انقضاء خمسين عاماً ، وذكر رأيه المقنع بطريقة لا تقبل المناقشة بحيث استجاب له جميع الفلاسفة الذين لم يتبعوا منهج ديكارت ودواماته /

كانت نظرية الجسيمات مناسبة تماماً لروح هذا العصر وهو عصر الرياضيات الميكانيكية ، فبعد ديناميكية جاليليو وديكارت كان من السهل دراسة حركات هذه الجسيمات الدقيقة عن دراسة جزء من الفضاء المتجانس / فشكراً لورع جاسندي فقد ظهرت الذرات ايضاً من الحادها ومن تجمعها الهدام / ولقد اخرج الميكانيكا الجديدة من ورطتها بأن طلب من الخالق عز وجل بإلحاح ليس العمل المتواصل من اجل استمرار العالم المادي بل طلب منه فقط القوة الدافعة والنبض الحي لجميع الذرات في بدء حياتها ، فالعناية الإلهية هي التي تقرر حركاتها المستقبلة وكذلك تجمعاتها ./

/ الأجهزة الفلسفية ـ العدسات

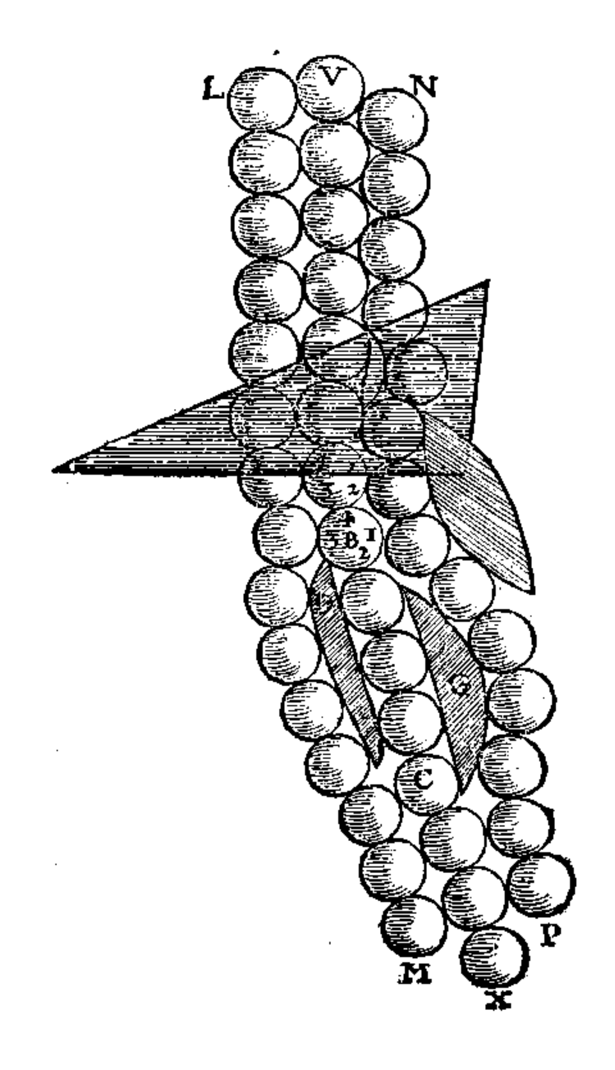
توقف نجاح التجارب العملية في العلم الحديث على استعمال الأجهزة وخاصة تلك الأدوات التي صنعت خصيصاً للأغراض المختلفة ./ كانت تلك المعدات التي استعملها العلماء في ذلك العصر بسيطة غير معقدة ./ ولم تكن كبيرة

ولا مرتفعة الثمن إلا التيليسكوب / وفي الحقيقة كان من السهل ان يمتلك اي بيت معملاً يحتوي على فرن ومعوجات وميزان وميكرسكوب وبعض ادوات التشريح ومضخة هواء وترمومتور وبارومتر / وما عدا ذلك يمكن الحصول عليه بالتحايل / وبهذه الأدوات البسيطة امكن انجاز جميع الأكتشافات العلمية التي تمت في ذلك الوقت ـ من السهل ان نذكر تلك التي استعملت في علم البصريات والأجهزة التي كانت تعمل بالهواء المضغوط وكذلك اجهزة الكيمياء وعلم وظائف الأعضاء قبل ان تدرس ميكانيكية الكون /

كان لأكتشاف التيليسكوب في بدء هذا القرن السبب المباشر للأهتمامات الجديدة في علم البصريات ، فبمجرد وجود آلة من الآلات يبدأ العمل على تحسينها وهذا يؤدي الى البحث عن طريقة عملها ، وفي محاولة ذلك يتم اكتشاف آلات علمية جديدة / فبصريات القرن السابع عشر تطورت تطورا سريعا في محاولة فهم طبيعة انكسار الأشعة الضوئية والتي يتوقف عليها عمل التيليسكوب وكذلك محاولة التخلص من العيوب التي ظهرت عليه في بدء استعماله . /

بخصوص انكسار الضوء كان على العلماء ان يبدأوا من حيث انتهى الهازن Alhazen وزملاؤه في القرون الوسطى / امثال ديترش Dietrich من فريبورج Freiburg وفيتلو Witelo منذ ٤٠٠ سنة / كان هؤلاء قد اثبتوا ان اشعة الشمس تميل أو تنكسر عندما تقابل وسطاً اكثر كثافة ، ولكنهم لم يستطيعوا استنباط قانون الأنكسار ، وبذلك لم يتمكنوا من تقدير مدى معامل الأنكسار في العدسات / ومن ناحية اخرى استطاع الهولندي سنل Snell (١٥٩١ ـ ١٦٢٦) ان يضع القانون الصحيح والذي سلبه ديكارت وشرحه بطريقة حركات الجسيمات الضوئية التي تتحرك بسرعة اكبر في الجسم المنكسر عنها في الهواء / هذا الشرح الغير صحيح ادى الى الكثير من الحيرة وفوضى الآراء بعد ذلك / باستعمال قانون سنل اصبح علم البصريات جزءاً من العلوم الهندسية / وأمكن بذلك صناعة تيليسكوب كامل بغير عيوب ، ومع ذلك بقيت التيليسكوبات المستعملة في ذلك الوقت غير كاملة فكانت النجوم تظهر محاطة بهالة ملونة غير حقيقية . /

اما مرور الضوء خلال الأجسام الشفافة وظهور قوس قزح بالوانه الجذابة فكان من المواضيع المعروفة من قديم الزمان ومن اجل معرفة طبيعة قوس قزح اجرى علماء العصور الوسطى العديد من التجارب على الموشورات ، ولكنهم لم



شكل (١٣٤)

كان ديكارت أول من نشر قانون انكسار الضوء الذي اكتشفه وليبرورد Willebrord (١٦٩١ ـ ١٦٢٦) كان تفسير ديكارت لطبيعة الضوء وعملية انكساره خاطئاً . تبين الصورة جسيمات الضوء تسقط على موشور ثم تضطرب بمرورها بعد ذلك على عدسات .

يستطيعوا الحصول على معلومات اكثر من أن الضوء الأحمر هو الأقل انكساراً بينما الضوء الأزرق هو اكثرها ٥٢-٤ ، ولم يستطع ديكارت في دراساته على قوس قزح ان يزيد شيئاً على ذلك. اما الحل الصحيح فقد جاء على يدي نيوتون وكان هذا أول انجاز له في علم الفيزياء .

بصريات نيوتون . مذهب الألوان

حاول نيوتون في أول الأمر التخلص من الصور الملونة بتجنب انكسار الضوء فجهز أول تيليسكوب يعمل بالانعكاس وهو أصل التليسكوبات العملاقة التي تعمل اليوم وكذلك الميكرسكوبات العاكسة الحديثة ، ولم يكتف بذلك ولكنه اقتحم ميدان الألوان مباشرة فبدأ بتجارب ديكارت على المنشور وبذكائه الخارق استطاع ان يجمع بين التجارب والأجهزة بحيث استطاع بمنطقه الأخاذ ان يثبت أن الألوان الناتجة من المنشور أو القوس قزح ليس من عملهما ولكنها مكونات الضوء الأبيض الجوهرية . لم تستطع تجاربه حل مشكلته الأساسية ، فلم يتمكن من التخلص من تشتيت الضوء أو خاصية تكوين الألوان بواسطة العدسات ، وكان في ذلك خاطئاً واستمرت المحاولات العملية لتحسين التيليسكوب حوالي ثمانين عاماً . كان عالم الرياضيات السويدي كلنجنستيرنا Klingenstjerna (١٦٩٨ - ١٧٦٥) أول من اعاد تجارب نيوتون ، بدقة متناهية وبين خطأه ، وفي عام ١٧٥٨ ، استطاع دولوند Dollond صانع الأجهزة العلمية اعادة تجارب كلنجنستيرنا ولكنه استغل فكرة الجمع بين نوعين من الزجاج مختلفين في قوة الأنكسار والانتشار من عمل العدسات وبذلك امكنه صنع عدسات اللالونية (الأكرومانية) وهي اساس عمل جميع الأجهزة البصرية الحديثة .

الضوء كجسيمات أو موجات : هيوجنس Huygens

في دراساته على البصريات اعتبر نيوتون الألوان المنعكسة من السطوح الرفيعة كطبقة الزيت على الماء منفصلة عن التي يشملها قوس قزح، وهذه كانت أول ملاحظاته على عدم تداخل المادة والضوء وهي الفكرة التي رسخت عقيدته نتيجة ميوله الفلسفية الرياضية بأن المادة عبارة عن ذرات ، ولسوء الحظ أدت عقيدته هذه الى ان يتبع ديكارت في اعتقاده بأن الضوء عبارة عن ذرات أيضاً وان

أشعة الضوء هي مسار هذه الذرات وان الذرات تنعكس كالكرات عند اصطدامها بالحائط .

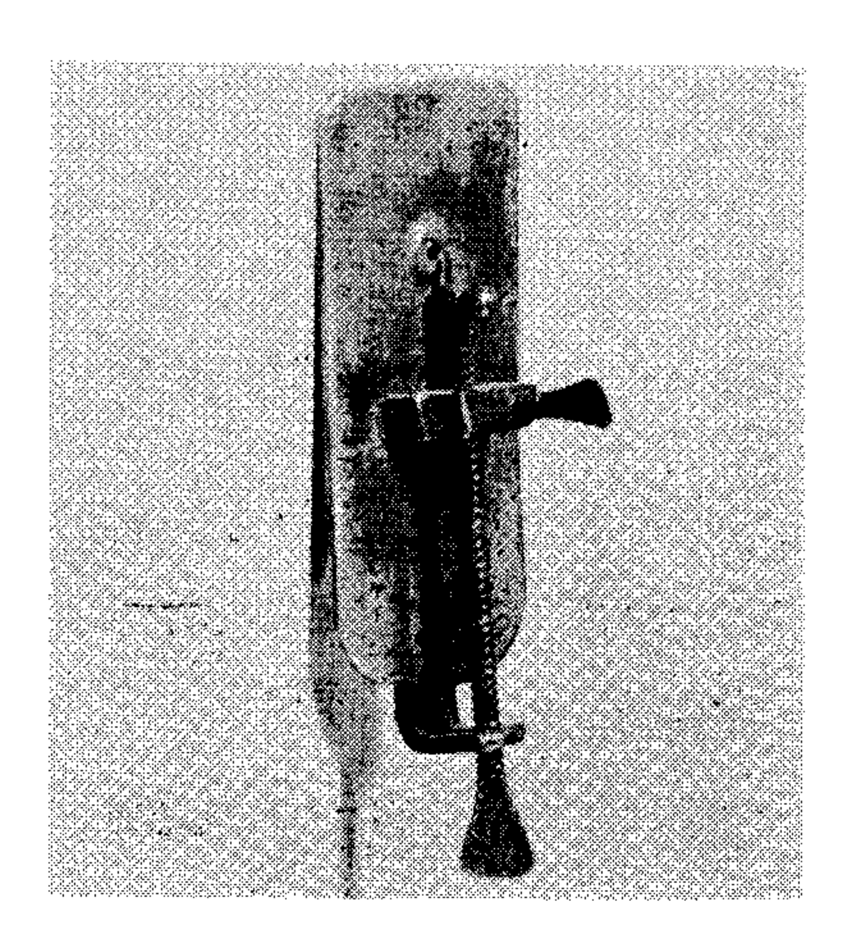
درس جريمالدي Grimaldi(١٦١٨-١٦٦٣) قبل نيوتون بوقت طويل الألوان التي تتكون حول الظلال وخاصة حول الشقوق ، ووجد أن أشعة الضوء لا تسير في خطوط مستقيمة ولكنها تميل ميلاً خفيفاً أو تتشتت عندما تقترب من الأشياء . ارجع جريمالدي كلتا الظاهرتين الى الموجات الضوئية مثلها مثل الموجات المائية الخفيفة أو نبضات الصوت ، اما اختلاف الألوان فعزاه الى ان لكل لون موجة ضوئية خاصة تختلف عن موجات الألوان الأخرى في طولها كما تختلف انغام الموسيقى .

حقق هيوجنس ذلك رياضياً واثبت ان نظرية الموجات الضوئية يمكن ان تفسر كلا من الظاهرتين تشتت الضوء ووجود الألوان على الألواح الرقيقة . وشرح بطريقة افضل بكثير من شرح نيوتون الظاهرة العجيبة لبلورات الكلسيت التي تبين الأشياء مزدوجة اذا نظرت اليها من خلالها ، اما النظرية الموجية للضوء التي وضعها نيوتون فقد ردت اليها اعتبارها بعد ذلك بقرن من الزمان (ص ٥٧٥ ، ٦١٠) .

الميكرسكوب

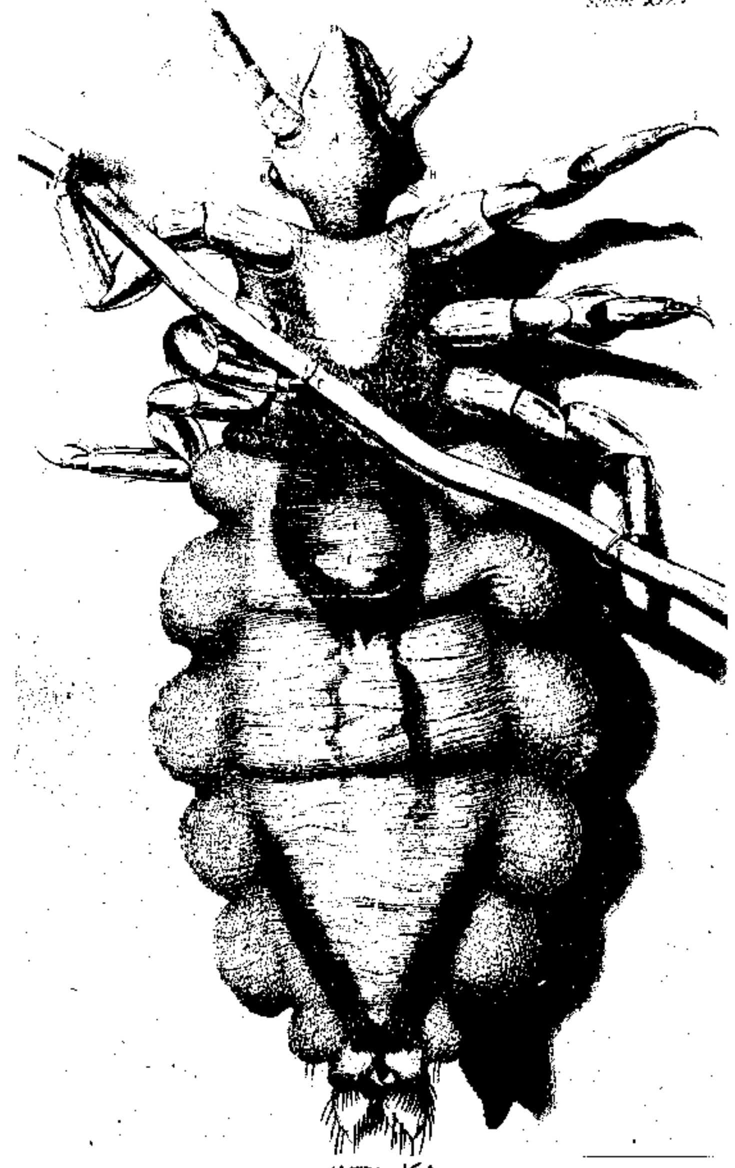
استطاع جاليليو باستعماله التيليسكوب ان يعرف اسرار النجوم كذلك استطاع عدد من علماء القرن السابع عشر باستعمال الميكرسكوب امثال مليبجي Malpighi وهوك Hooke وسوامردام Swammerdam (١٦٣٧ - ١٦٨٠) والهولندي ليونهوك Leeuwenhoek (١٦٣٢- ١٧٢٣) ٤-٦٧ / ان يكتشفوا عالماً جديداً من الأحياء الصغيرة مثل الحشرات واجزاء النبات والكائنات الدقيقة في الماء حتى البكتيريا والحيوانات المنوية حاملة الصفات الوراثية استطاعوا رؤيتها ودراستها ، واصبحت هذه الأشياء مادة للجدل والتخمينات وفي بعض الأحيان من العجائب / باستعمال الميكرسكوب امكن تشريح اجسام الحيوانات واثبات صحة الدورة الدموية لهارفي ، ولكن لم يستخدم الميكرسكوب كما استخدم التيليسكوب بعد اختراعه مباشرة في مجالات الملاحة والفلك ولكنه استخدم في المجالات الأخرى بعد مرور مائتي عام على اختراعه عندما استخدمه كوخ وباستير في مقاومة الأمراض البكتيرية ، ولهذا السبب لم تؤد هذه الدراسات الى

أي تقدم سواء في العلوم البيولوجية أو الميكرسكوبية ولم تظهر للميكرسكوب أية قيمة عملية أو علمية بل كان مجرد آلة مفيدة وجهاز للتسلية .



شكل (١٣٥)

نموذج لميكرسكوب ليونهوك : العدسة هي القرص المستدير المثبت على اللوحة المعدنية وأمامها ابرة مثبتة في طرف عمود لولبي . يوضع الجسم المراد رؤيته في طرف هذه الأبرة امام العين فتقرب الى محاذاة العدسة من الناحية الأخرى للوح المعدني .



شكل (١٣٦)

القملة من رسم هوك وهي مخلوق غير مرغوب فيه سوف يعرفه الجميع اليوم أو غداً . من كتاب Micrographia لندن ١٦٦٥ .

الفراغ والبارومتر

لم يكن اختراع الأجهزة التي تعمل بالهواء المضغوط من عمل الأغريق ، ومن ناحية اخرى كان هذا العمل خطوة كبيرة في تطور علم الفيزياء وخاصة في المجالات الصناعية اكثر من الفلكية والملاحية ، اما الكشف الرئيسي الذي أدى الى اختراع اجهزة الهواء المضغوط هو اكتشاف الفراغ الذي كان كشفه نتيجة مباشرة لاستعمال الأجهزة الهيدروليكية . كان موضوع الفراغ في ذلك الوقت من الأشياء الفلسفية المحيرة التي تطلبت المناقشة والجدل ، ومنذ عام ١٦٤٣ ، اصبح الفراغ حقيقة واقعية يمكن اثباتها . كان جاليليو في أواخر ايامه مشغولاً لمعرفة السبب الذي من اجله لا يستطيع رفع الماء الى اكثر من ٣٢ قدماً بواسطة المضخة الماصة العادية ، وهي المشكلة التي كان يعاني منها عمال المناجم من زمن طويل ولم تسترع انظار المفكرين في ذلك الوقت . علل جاليليو هذه الظاهرة بعدم قدرة عمود الماء ان يحمل ثقلا مثل وزنه ، ولكنه لم يستطع ان يجد تعليلاً لظاهرة عدم سقوط العمود مباشرة بعد انكساره . كان فضلّ تفسير هذه الظاهرة من نصيب تلميذ جاليليو النابغة تورشيلي (١٦٠٨ - ١٦٤٧) وذلك بعد موت جاليليو بعام ، وتم له ذلك باستخدام الزئبق بدلاً من الماء وبذلك استطاع الحصول على عمود اطول بكثير حيث ان الزئبق في الأنبوبة المنكسة لا يرتفع اكثر من ثلاثين بوصة محدثاً نفس الضغط الذي يحدثه عمود من الماء وزنه خمسة عشر رطلاً على كل بوصة مربعة . كان تورشيلي من الذكاء ليرى التعليل الصحيح وهو ان ضغط الهواء هو الذي يبقي عمود الزئبق . وفي الحقيقة كانت المضخة المستعملة عبارة عن بارومتر وطريقة لقياس وزن الهواء الجوي . اما الفضاء الموجود في اعلى عمود الزئبق فهو الفراغ الحقيقي . وكما رأينا كان أرسطو يفكر في وجود الفراغ حيث ان الهواء في رأيه يملأ الأشياء وأنه ضروري للحركات العنيفة ، فكان لاكتشاف الفراغ ضربة قاضية ونهائية لميكانيكية ارسطو بالرغم من محاولاته الكثيرة لاثبات أو شرح عدم وجوده ، وسرعان ما اكد باسكال Pascal (١٦٢٣ - ١٦٦٢) وجود الفراغ عملياً بأخذه بارومتراً وتسلق الجبل فلاحظ انخفاضاً في الضغط الجوي .

مضخة هواء جيريك Guericke

استمر البحث في هذا الموضوع بواسطة علماء ممتازين هم نواة علمائنا

الموهوبين الحاليين ومن هؤلاء النابغة أوتو فون جيريك Otto Von Guericke (١٦٠٢ - ١٦٨٦) رئيس بلدية ماجدبرج وضابط امدادات وتموين الملك جوستاف أدولف وكان مقداماً ذا نفوذ قوي، انجز العديد من الأعمال وانفق من ماله الخاص حوالى ٤٠٠٠ جنيه استرليني، وهو مبلغ يعتبر كبيراً في ذلك الوقت على اجراء التجارب العملية. كانت أول محاولاته هي احداث فراغ بضخ الماء من أناء مقفل مما أدى الى انفجاره ثم اعاد التجربة باستعمال اناء من النحاس ثم اخترع مضخة للهواء ونجح في احداث فراغ في اناء كبير، ومن تجاربه المثيرة تلك التي عرضها أمام الامبراطور ورجال حاشيته والتي استخدم فيها ستة عشر حصاناً لفصل اثنين نصف كرويين مفرغين، ولقد اثبتت هذه التجربة حقيقة واهمية وفاعلية العلم الحديث. ليس هذا فقط بل اكدت ايضاً ان الفراغ قوة هائلة يمكن بشيء من الذكاء والروية استغلاله في خدمة اغراض نافعة.

فكر جيريك في توصيل القوة من خلال أنابيب مفرغة وهي الفكرة التي تطورت بعد ذلك وأدت الى اختراع الفرامل التي تعمل بالتفريغ الهوائي في قاطرات السكك الحديدية. تحسنت مضخات جيريك كثيراً بفضل بويل وهوك وبهذه المضخات استطاع بويل ان يجري الكثير من التجارب الجديدة المثيرة، فمثلاً بيّن انه بدون الهواء لا يستطيع الصوت الأنتقال بينما الضوء والمغناطيسية لا يتأثران، واثبت ايضاً ولو ان ذلك كان بديهياً ولكنه يحتاج الى الأثبات ان الحياة والاحتراق لا يمكن حدوثهما في الفراغ، وبذلك قدم أول الخطوات للثورة الكيميائية والفسيولوجية في القرن التالي.

ان استعمال مضخة الهواء وخاصة المجهود الذي بذل في الضخ ساعد بويل على دراسة طبيعة الهواء سواء المضغوط أو المتمدد، وساعده ايضاً على صياغة أول قانون علمي أسماه مرونة الهواء Spring a fair وهو ما يسمى الآن بقانون بويل: حاصل ضرب الضغط في حجم معين من الهواء ثابت، أو كما تبين فيما بعد يتناسب تناسباً طردياً مع درجة الحرارة.

ان فكرة استخدام القوى الطبيعية الجديدة في خدمة الانسان لم تمت أبداً في أي وقت من الأوقات، وارتبطت ارتباطاً وثيقاً في الأوساط العلمية بالحاجة الملحة في ايجاد قوى ضخمة للخلاص من المناجم ولادارة عجلات الألات في المصانع، وأول قوة استخدمت هي النار وخاصة عندما استعملت في قذف

القذائف من المدافع ، كانت أول فكرة بدائية لاستخدام النار هي الآلات ذات الاحتراق الداخلي مستخدمين الديناميت بدلاً من البترول ، وبعد ذلك اهتدى المخترعون الى استخدام البخار بقوته الهائلة ، هذه الطرق كان مصيرها الفشل ليس بسبب تخطيطها الخاطىء ولكن بسبب عدم وجود الأواني المناسبة التي تتحمل الضغوط الهائلة للبخار .

استطاع دينيس بابن Denis Papin (١٦٤٧ - ١٧١٢) وهو مساعد هيوجنس والذي عمل بعض الوقت مع بويل ان يصنع غلاية تتحمل تحويل العظم الى مرق ، ولكن الأواني التي تعمل بالضغط لم يتوصل الى صنعها إلا حديثاً ، وهو الذي خطا أول الخطوات نحو اختراع الآلة البخارية ، ومن ناحية اخرى جاء استخدام قوة البخار عن طريق استغلال الفراغ كما سيأتي ذلك في الفصل التالي .



شكل (١٣٧)

المعمل الكيميائي لامبروز جودفري Ambrose Godfrey الذي اصبح مساعداً لبويل عام ١٦٨٣ . والذي بنى معمله الخاص عام ١٧٠٦ ، وكانت محتويات المعمل من العظمة بحيث ان كل زائر للندن له اهتمام بالعلوم كان يزور المعمل في سوثهمبتن .



شكل (١٣٨)

التجربة المثيرة لبيان القوة الهائلة للفراغ باستعمال فريقين من الأحصنة كل فريق ربط بنصف كرة ماجدبرج ./ الصورة من كتاب **Experimenta Nova** تجارب جديدة لمؤلفه **Otto Von Guericke** (١٦٠٢ - ١٦٨٦) امستردام ١٦٧٢ .

الفجر الكاذب للكيمياء الأساسية

كان لأكتشاف الفراغ الفضل الأكبر في تطور الكيمياء الأساسية في القرن السابع عشر ولولاه لحدث هذا التطور متأخراً في القرن التالي / اثبتت مضخات تفريغ الهواء وتطبيقاتها ضرورة وجود الهواء للاحتراق والتنفس ومن ثم تركزت الأهتمامات على مشكلات الحياة والنار , استغل بويل وهوك ومايو نتيجة من نتائج بارسيليس واستطاعوا اثبات ان بالهواء شيء ضروري للأحتراق وهو الذي يحول الدم في الشرايين الى اللون الأحمر ، وأشار بويل الى هذا الشيء بأنه « خلاصة جوهرية صغيرة تنعش ارواحنا الحية » أما مايو فأطلق عليه « نتروجين الروح » رابطاً بينه وبين مسحوق البارود , هذا الشيء هو الذي سماه لافوازيه

بالأوكسيجين ، ولم يذهب هؤلاء أبعد من ذلك لسببين جوهريين أولهما غياب نظرية علمية مناسبة وعدم وجود مواد وأدوات ملائمة .

لم تكن الكيمياء في أي عصر من العصور جزءاً من القانون الكنسي ، وكانت عناصر أرسطو وهي الأرض والماء والهواء والنارمن المواضيع المرتبطة بالطبيعة والجو اكثر من ارتباطها بالكيمياء ، وكانت كيمياء العرب والقرون الوسطى مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بعلم التنجيم الذي يربط المعادن بالكواكب ، وكان معنى انهيار صورة ارسطو ـ افلاطون للكون انه لم يبق للكيمياء بعد تأثيرات الكواكب وعظمتها أسس عقلانية كما أشار الى ذلك بويل في كتابه The Spectical Chymist الكيماوي المرتاب كما أن عناصر كيمياء العرب ـ بارسيليسس (Spagyric) الثلاثة وهي الزئبق ـ الكبريت ـ الملح لم تكن اكثر حظاً من عناصر ارسطو وذلك لأن الأسس التي بنيت عليها هذه المذاهب كانت غامضة ومتغيرة لا تتناسب مع فلسفة الجسيمات الجديدة ، والتي وضعت خصيصاً لرفض كل شيء غامض وخفي . حاول بويل نفسه اعطاء تعريف دقيق للعنصر بقوله « لا يوجد جسم يتركب من عنصر أو جوهر نقي ـ فهو ليس متجانساً ويمكن تقسيمه الى عدد كبير من الأجسام الصغيرة ».

ولسوء الحظ لم تستطع التجارب الكيميائية في ذلك الوقت ان تعطي الضمان الكافي وتجيب على التساؤل ما هي حقيقة العنصر ؟ إلا في حالة عدد قليل من المعادن . كان تعريف بويل غير عملي ولكنه استمر مائة عام اخرى بعد ذلك وقد ايقن ذلك نفسه في رسالته On the Unsuccessfulness of Experiments التجارب الفاشلة .

بالرغم من ان نيوتون عمل في مجال الكيمياء اكثر بكثير من عمله في مجال الفيزياء ٤ـ١٢٩ إلا انه لم يستطع التقدم من الناحية العملية ، أما من الناحية النظرية فقد استنبط كما بين بافلوف Vavilov صورة للذرة فوصفها بأنها عبارة عن صدفة داخل صدفة تتركب من اجزاء متتالية متماسكة تماسكاً شديداً فكان هذا الوصف مثيراً ومنطقياً وقريباً بعض الشيء من حقيقة الذرة كما نعرفها اليوم بنواتها والكتروناتها . ولقد اهملت هذه الصورة مئات من السنين .

وفي القرن السابع عشر لم تكن الكيمياء في المستوى العلمي الذي يسمح بقبول نظرية الجسيمات ولهذا السبب كان من الضروري اجراء العديد من

التجارب العملية الجديدة خلال القرن الثامن عشر للأخذ بهذه النظرية . تختلف الكيمياء عن الفيزياء حيث انها تتطلب الكثير من التجارب ولا تعتمد على أسس بديهية لا تحتاج الى براهين كالفيزياء ، وبدن الأسس ستبقى الكيمياء خفية تعتمد على اسرار غامضة لا يمكن تفسيرها .

ونظراً لأن الكيمياء كانت دائماً تهتم بنفس المواد التي كانت معروفة للقدماء لذلك استمرت زمناً طويلاً دون أصالة ، ولكن بعد القرن الخامس عشر انتشرت الكيمياء سريعاً ، فاكتشف في العالم الجديد وكذلك القديم مواد جديدة لها خواص عجيبة كالفسفور والبسموث والبلاتين ، وبدراسة خواص هذه المواد والمعادن استنبطت النظريات واضطر لأثبات هذه النظريات استخدام طرق عملية جديدة . وكانت هذه الطرق كيفية وغامضة في أول الأمر ولكنها مهدت الطريق لوضع النظريات الدقيقة الصحيحة .

وفي كل العصور وتلبية لرغبات الصناعة والتجارة كانت الحاجة الى استعمال المواد الكيميائية الخاصة ضرورية وملحة مثل ملح البارود (نترات البوتاسيوم) والشبة (الألم) وكبريتات الحديد وحامض الكبريتيك والصودا . هذه الحاجة الملحة هي التي مهدت الطريق الى قيام صناعة الكيماويات ، ومن خلال التجارب العديدة والخبرة المكتسبة في هذه الصناعة تم وضع اسس علم الكيمياء .

بيولوجية القرن السابع عشر

ان دراسة وشرح عالم الأحياء بتعقيداته ومشاكله اصعب بكثير من دراسة الكيمياء وتفاعلاتها ، ولذلك لم يكن غريباً ان فلسفة الجسيمات والميكانيكا الجديدة كانتا ذا نفع قليل في مجال علم الأحياء . لم يستطع سانكتوريس Sanctorius (١٥٦١ ـ ١٦٣٦) ان يعلل لماذا نقص وزنه اثناء نومه عن وزنه وهو يتناول طعامه ، ومن ناحية اخرى لم تؤد فكرة ديكارت عن ميكانيكية جسم الأنسان والحيوان والفرق بينهما وبين الآلة وهو وجود الروح التي توجه الجسم من خلال الغدة الصنوبرية إلا الى القليل من التقدم في علم وظائف الأعضاء ، أما بوريلي Borelli (١٦٠٨ ـ ١٦٧٨) فقد تقدم خطوة الى الأمام باضافة شرح عملي على أطراف الجسم على أسس ميكانيكية ، وقد استغل عمل الآلات الهيدروليكية في فهم عمل القلب ودورة الدم ، ولكن لم يستطع معرفة كيفية

عمل المخ والأعصاب .

اما التقدم الحاسم الذي تم خلال القرن السابع عشر كان من خلال قوة الملاحظة وخاصة بأستخدام الميكرسكوب والذي أوضح لأول مرة شكل الحيوانات المنوية حاملة الصفات الوراثية للانسان ، لا يقل اهمية عن ذلك اعمال نحميا جرو Nahemiah Grew (١٦٤١ ـ ١٧١٢) الذي وضع اسس علم وظائف اعضاء النبات وكذلك اعمال جون راي John Ray (١٦٢٧ ـ ١٧٠٥) وهو نجل حداد وهو أول من وضع خطوات تصنيف النباتات على اسس علمية ، كما وضع اسس تصنيف الحيوانات ولكن بدرجة أقل دقة .

لم تكن لانجازات القرن السابع عشر في العلوم البيولوجية فائدة كبيرة في مجال الزراعة ، وفي الحقيقة ان التقدم الذي حدث وخاصة في فلاحة البساتين كان نتيجة طبيعية للتحسن البطيء في طرق الزراعة التقليدية تحت الظروف الاقتصادية الملائمة . ففي هولندا والفلاندر امكن ايجاد رجال مستعدين وراغبين في انفاق المال لشراء المعدات والسماد لصالح مزارعهم . وفي نفس الوقت لضمان انتاج محصول غزير ومكسب . كانت هولندا هي المشتل الذي كان يصدر طرق الزراعة الجديدة الى البلاد الأخرى كانكلترا . شكراً لأعمال الهواة المتحمسين امثال جون ايفيلين John Evelyn (١٦٢٠ ـ ١٧٠٦) في هذا المجال (ص ٤١٢ ، ٣٨٠).

كانت قوة الملاحظة المباشرة وأداء التجربة وهو طابع هذا القرن اكثر نجاحاً في عالم الطب عنها في العلوم الأخرى ، ولو ان التقدم كان بطيئاً فقد اهملت فكرة ان الطب علم يكتسب من دراسة احوال المرضى وليس مذهباً أو علماً يطبق عليهم وقتاً طويلاً . ولم يؤخذ بهذا الرأي إلا في عهد اطباء مثل سيدنهام Sydenham (١٦٢٤ ـ ١٦٨٩) وكان بجانب عمله كطبيب شغوفاً بالعلوم الأخرى .

(٧ـ٩) ميكانيكية الكون ـ توليفة نيوتون .

بالرغم من ان كل الانجازات التي تمت في هذا القرن تشير الى ازدهار وتطور العلوم في المجالات المختلفة إلا ان مركز الاهتمامات والأنتصار العلمي الكبير الذي حدث خلال القرن السابع عشر كان بلا شك هو اكتمال النظام

الديناميكي العام الذي استطاع ان يفسر حركات الكواكب والنجوم المستخلصة من المشاهدات على طبيعة الأشياء على الأرض / وهنا انهى العلماء بشكل قاطع علاقاتهم بآراء الأغريق القديمة ./

/ اتفق علماء هذا القرن وما سبقه على أهمية دراسة الكون ، ولكن بسبب ان اهتمامات وأفكار علماء هذا القرن عملية اكثر منها فلسفية اختلفت تفسيراتهم واجاباتهم في الأمور الكونية عن تفسيرات واجابات الفلاسفة القدماء / كانت هذه الأجابات والتفسيرات المقنعة للعلماء في هذا القرن امثال جاليليو وكبلر وديكارت وبوريلي وهوك وهيوجنس وهالي وورن مبنية على اسس رياضية فلكية ، ولذلك استطاعوا التوصل الى توحيد عناصر الميكانيكا التي صاغها نيوتون في الفلسفة الطبيعية للأسس الرياضية Philosophiae Naturalis Princi-pia Mathmatica وبواسطتها شرح واثبت بالبرهان نظرية الجاذبية الأرضية /

/ لا زال الاهتمام الشديد بحركات المجموعة الشمسية شغل الأنسان الشاغل وفي الحقيقة تلاشت النظرة اليها بمنظار الفلسفة واللاهوت وتبع ذلك هدم المعتقدات الكوزمولوجية(فرع من فروع الميتافيزيقا) القديمة / كانت محاولة جاليليو بمثابة ملاحظة لاذعة ولكنها دون جدوى ./اما البديل الجديد فكان عليه ان يقدم الشرح الفيزيائي المقبول لنظام كوبرنيكوس وكبلر ، ولهذا السبب كانت محاولة جميع الفلاسفة التأمل والتفكير وأداء التجارب ثم الحساب الرياضي لتقديم هذا الشرح / وقد قارب بعضهم من الحل الصحيح وخاصة هوك٦٣-٤ الى ان جاء نيوتون في آخر هذا السباق بالحل الصحيح . /

/ **معرفة خطوط الطول**

كان لرجال الفلك سبب آخر ملح لمعرفة قوانين حركة المجموعة الشمسية ، وذلك لوضع الجداول الفلكية على اسس دقيقة ، اكثر مما كانت عليه أيام كان الفلك في خدمة التنجيم وتكهناته ، واصبحت الحاجة الى معرفة طرق جديدة للملاحة اكثر من ملحة ، وكانت معرفة موقع السفينة في عرض البحر ومعرفة خط الطول الذي تقع عليه السفينة من المشكلات المعقدة المتكررة ./
/ بمرور الأيام اصبحت هذه المشاكل اكثر الحاحاً لضرورتها القصوى في المجهودات الحربية والاقتصادية ،/ وخاصة في الممالك التي تطور فيها العلم مثل انكلترا وفرنسا وهولندا / كانت مشكلة معرفة خطوط الطول من المشاكل التي ساهم في

PHILOSOPHIÆ

NATURALIS

PRINCIPIA

MATHEMATICA.

Autore *J.S. NEWTON*, *Trin. Coll. Cantab. Soc.* Mathefeos Profeffore *Lucafiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.

S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.

Julii 5. 1686.

LONDINI,

Juffu *Societatis Regiæ* ac Typis *Jofephi Streater*. Proftat apud plures Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.

شكل (١٣٩)

صورة الغلاف للطبعة الأولى من كتاب نيوتون « الفلسفة الطبيعية للأسس الرياضية » De Philosophiae Naturalis Principia Mathematica الذي ظهر عام ١٦٨٧ ويحمل الكتاب اسم صمويل بيبي رئيس الجمعية الملكية . كان أثر هذا الكتاب على تقدم العلوم الطبيعية اكثر من أي كتاب آخر .



شكل (١٤٠)

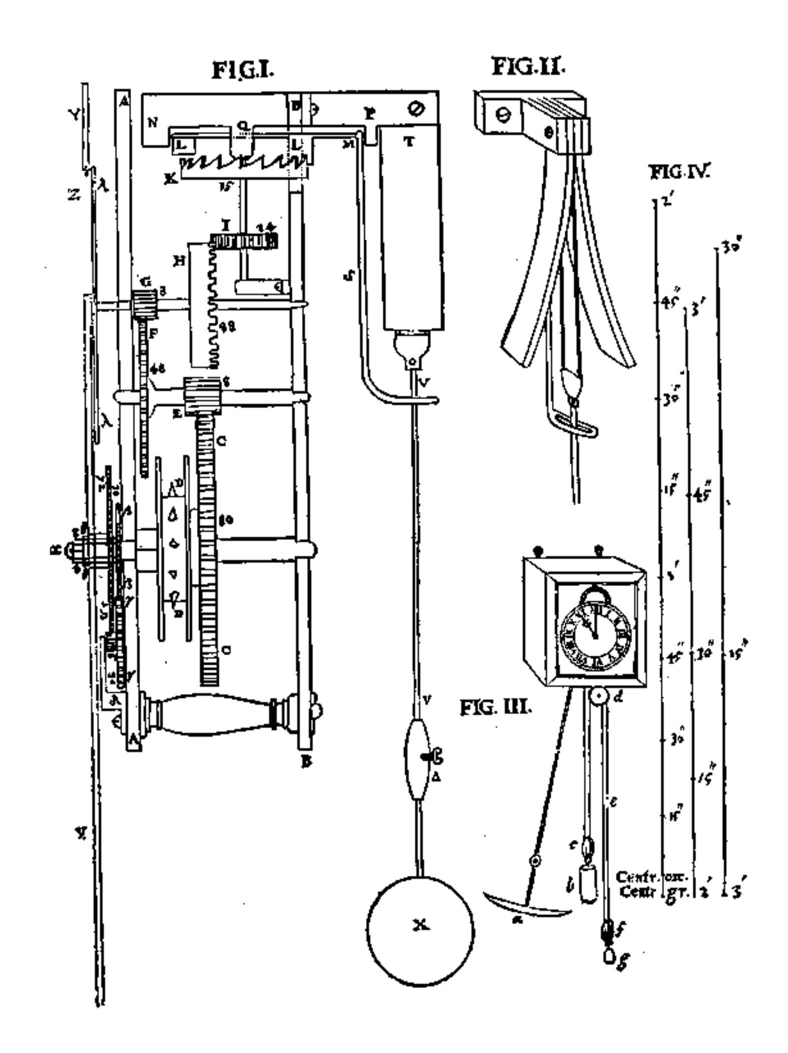
جيوفاني دومينيكو Giovanni Domenico (١٦٢٥ - ١٧١٢) أول رئيس للمرصد الفرنسي الذي انشيء عام ١٦٧٢ ، ويرى في الصورة المرصد وأمامه تيليسكوب كبير .

حلها الفلكيون المثقفون والبحارة المتمرسون لعدة قرون ، وللمساعدة في حل هذه المشكلة العملية انشئت أول مؤسسة علمية وطنية وهي المرصد الملكي بباريس عام ١٦٧٢ والمرصد الملكي بجرينتش بلندن عام ١٦٧٥ .

ولمعرفة خط الطول في أي مكان ، يجب معرفة الوقت الصحيح وهو ما اصطلح على تسميته بوقت جرينتش ، وبمعرفة هذا الوقت في مكان معين ومقارنته بالوقت المحلي يمكننا معرفة الفرق بين الوقتين ، وهذا يمكن تحويله الى خط طول ، وقبل اختراع الراديو كان يمكن معرفة وقت جرينتش بطريقتين أولهما معرفة حركات القمر بين النجوم ـ ساعة مثبتة في السماء ـ والثانية بحمل ساعة خاصة دقيقة صممت لهذا الغرض ـ وتحتاج الطريقة الأولى الى جداول رياضية دقيقة لمعرفة مكان الأجسام السماوية ، أما الطريقة الثانية فتتوقف على دقة الساعة المستعملة ، وخلال القرن السابع عشر والجزء الأخير من القرن الثامن عشر استعملت الطريقتان دون تفضيل واحدة على الأخرى ، ولكن كان هناك الحافز المستمر للتفكير والملاحظة والتجربة في كلا الاتجاهين ، وكان جزء من هذا الحافز المستمر مادياً اما الجزء الأخر وهو الأكبر فكان يتعلق بالكرامة والقومية .

الكرونومتر

يتبين لأول وهلة أن الطريقتين مختلفتان ، فواحدة تتعلق بحركة جهاز آلي ميكانيكي ، أما الأخرى فتتعلق بالكواكب في الفضاء ، ولكن بدراسة الطريقتين يتضح انهما يتوقفان على قاعدة واحدة وهي الديناميكا . انه جاليليو الذي اكتشف بنفسه ان المنظم المثالي الذي يحافظ على الوقت هو البندول ، وكان لهوك الفضل الأكبر في استبدال البندول بالرقاص الزنبرقي الذي لا يتأثر بحركة السفينة ، وفي كلتا الطريقتين كان لتعيين الوقت المضبوط أن تعرف قوانين الحركة للأجسام المتذبذبة وهنا استطاع هيوجنس حل هذه المشكلة وأن يضع أساس عمل الكرونومتر كما أوضح ذلك في كتابه Horologium Oscillatorium عام ١٦٧٣ . مضى زمن طويل قبل ان توضع هذه الأسس موضع التنفيذ واستغلالها في الأمور العملية . تم ذلك بفضل الحرفيين المهرة ؛ واستطاع هاريسون ان ينال جائزة الأدميرالية عندما قدم كرونومتره عام ١٧٦٥ الذي بواسطته يمكن تحديد خطوط الطول[*][٦] .



شكل (١٤١)

صفحة من كتاب كرستيان هيوجنس **Christian Huygens** ، **Horologium Oscillatorium** ظهر في باريس عام ١٦٧٣ وفيه وصف دقيق لعمل رقاص الساعة ، وفي الشكل الأول صورة جانبية لساعة هيوجنس ، وفي الصورة الثانية تخطيط لفكين دوارين ، وفي الصورة الثالثة ساعة كاملة ، وفي الصورة الرابعة تحليل لمركز التذبذب والجاذبية للرقاص الدوار .

حركات الكواكب : قانون الجاذبية

كان للاهتمامات الفلكية الفضل الأكبر على تقدم العلم في العصر الحديث وكان هذا بسبب الدافع القوي الذي قدمه الفلك لايجاد حل رياضي وديناميكي لحركات الكواكب ، ويتساءل الكثيرون لماذا تدور الكواكب حول الشمس في مدارات اهليجية كما وصفها كبلر ، وللاجابة عن هذا التساؤل يعتقد البعض ان الكواكب لا بد وان تكون ثابتة في مدارها بنوع من قوى الجاذبية ، وفي الحقيقة ان فكرة الجاذبية قديمة منذ ان درس جلبرت المغناطيس بل قبل ذلك بوقت طويل ، فقد اثبتت الدراسات على المغناطيس ان الجاذبية يمكن ان توجد بين جسمين بعيدين ، واقترح جلبرت نفسه بأن ما يثبت الكواكب في مواضعها ويجعلها تدور في مداراتها هي المغناطيسية .

في عام ١٦٦٦ استنبط بوريلي الفكرة الهامةوهي ضرورة وجود قوة توازن وهي القوة الطاردة المركزية لكي تحتفظ الكواكب بمراكزها في مداراتها كالقوة الناشئة من حجر المقلاع المربوط في طرف الخيط ، وهي قوة ميزها بأنها هي قوة الجاذبية التي تمتد بعيداً عن الأرض لتصل الى القمر كما تمتد من الشمس لتصل الى الكواكب . ولشرح طبيعة المدار الأهليجي وازدياد سرعة الكواكب عند اقترابها من الشمس لا بد من ازدياد الجاذبية لتعادل القوة الطاردة المركزية ، ومن هنا استنتج بأن الجاذبية يتوقف مداها على المسافة بين الجسمين ، والسؤال الآن هو أي علاقة تربطهما ؟ لاحظ هوك ان الجاذبية تقل بازدياد المسافة وحاول اثبات ذلك بملاحظة اختلاف وزن الجسم وهو على الأرض عنه في جوف المنجم عنه على قمة برج الكنيسة .

اصبحت نظرية الجاذبية من انتصارات ديكارت ومنطوقها « تندفع الأجسام الثقيلة نحو مراكز جاذبيتها وفق مبدأ غامض مردّه الأثير الناتج من دورانها وهو ما استشهد به نيوتون عام ١٦٧٩ ، ٤-١٢٠ .

كان لا يمكن التقدم في هذا الموضوع دون اختصار هذه الآراء وصياغتها في عبارة رياضية تم تحقيقها بالمشاهدة ، ولقد تمت أولى هذه الخطوات على يدي هيوجنس عام ١٦٧٣ عندما كان يعمل على بندول الساعة ، وصاغ قانون القوة الطاردة المركزية مبيناً أنها تتوقف على نصف قطر الدائرة وتتناسب تناسباً عكسياً مع مربع الزمن ، وبناء على القانون الثالث لكبلر يتناسب مربع الزمن مع مكعب

نصف القطر ، وتبعاً لذلك تتوقف العلاقة بين الجاذبية أو قوة الجذب المركزية وقوة الطرد المركزية على حاصل قسمة نصف القطر على مكعبه وبمعنى آخر عكس مربع نصف القطر . توصل الى هذه النتيجة كل من هوك وهالي وورن عام ١٦٧٩ ، ولكن بقيت مشكلتان تنتظران الحل وهما المدار الأهليجي وطبيعة الجاذبية بين الأجسام الكبيرة ، وفي هذا الموضوع كتب هوك الى نيوتون يستوضحه الأمر ولكنه لم يتلق رداً . في عام ١٦٨٤ منح هالي Halley جائزة لحله هاتين المشكلتين ، وكان الحل سهلاً توصل اليه الكثيرون ، واستطاع احدهم بمقدرته الرياضية ان يجد الحل الرياضي كما استنتج النتائج الثورية التي جاءت بعد ذلك .

اسحق نيوتون

وُلد ايزاك نيوتون عام ١٦٤٢ ، وهو نفس العام الذي توفي فيه جاليليو ، ، وقد اشتهر بأبحاثه الرياضية والبصرية ، وهو احد ابناء الطبقة المتوسطة الريفية التي منها كرومويل واعضاء البرلمان / ولد نيوتون بعد وفاة ابيه وهو احد فلاحي لنكولنشير الصغار وذهب الى كمبردج حيث تلقى تعليمه دون اي امتياز / وفي عام ١٦٦٣ اتصل نيوتون باستاذ الرياضيات اسحق بارو Isaac Barrow (١٦٣٠ - ١٦٧٧) الذي قدر مواهبه وعينه في كرسيه عام ١٦٦٩ ، وهو في سن السادسة والعشرين بالرغم من انه لم ينشر أي بحوث أو يجذب انظار احد / بقي في كمبردج الى ان نال قمة مجده حيث عين مراقباً ثم رئيساً لدار سك النقود بمرتب اربعمائة جنيه استرليني سنوياً واعتبر محظوظاً في ذلك الوقت ليحصل على مثل هذه الوظيفة وقد قام بأداء واجباته بضمير حي وامانة مطلقة٤-١١٣ . /

وفي كمبردج أشتغل نيوتون بالبصريات واشياء اخرى تتعلق بالفيزياء والكيمياء وتدوين احداث الكتاب المقدس /والهرطقة اللاهوتية / لم يؤثر نيوتون إلا قليلاً على الجامعة ولم يكن له مدرسة تتبعه ، وهناك وقع تحت تأثير جماعة من المتدينين المتزمتين من اتباع هنري مور ، ومن خلال تعاليمهم تأثرت افكاره وفلسفته بفلسفة افلاطون وبالتالي فلسفة العلم الحديث٤-٤٤. ساعدت هذه الفلسفة نيوتون على صياغة افكاره التي اثبتت اخيراً امكانياتها الثورية بعد ان قوبلت في أول الأمر بالتوقير / كان نيوتون شخصاً شاذاً في اخلاقه متحفظاً

وغامضاً وكتوماً ، لم يتزوج ولم يقبل رسامة الكاهن لأنه كان غير مؤمن . كان يعرف الكثير ولا يقبل الجدل ولذلك كان موضع انتقاد واستياء الآخرين .

جاءت علاقة نيوتون بموضوع الجاذبية ومناقشاتها العامة متأخرة ، واليوم نعلم من المستندات التي ظهرت حديثاً ان نيوتون في عام ١٦٦٥ اكتشف القانون



شكل (١٤٢)

ايزاك نيوتون Isaac Newton . نقش على النحاس انجزه جيمس ماكارديل James Macardel (١٧١٠ ـ ١٧٦٥) عام ١٧٤٠ . وهو يعتبر من احسن الفنانين الأنكليز في فن النحت والصورة مأخوذة من رسم لنوك سيمان Nock Seeman

العام للجاذبية الذي استنبطه من اعمال جاليليو وهو ما يعرف بقانون التربيع العكسي للجاذبية ، واكتشف مصادفة قانون الطرد المركزي قبل ما يكتشفه هيوجنس بعشر سنوات وللآن لم يعرف السبب الذي من أجله لم ينشر نيوتون قانونه للجاذبية إلا بعد عشرين سنة من اكتشافه . كان نيوتون دقيقاً ينشد الكمال في عمله ، وفي الحقيقة ان تضارب وتناقض النتائج المستخلصة من عدم الدقة في القياسات كانت السبب في ذلك ولا يعرف بالضبط التاريخ الصحيح الذي فيه استطاع نيوتون ايجاد الطريقة الرياضية لحساب المدار الاهليجي للكواكب .

لم تصبح انجازات نيوتون حاسمة إلا عندما نشر جدله مع هوك بمساعدة صاحبه هالي ، ومن هذه الأنجازات ايجاد الطريقة الرياضية لتحويل الأسس الفيزيائية الى نتائج كمية يمكن قياسها واثباتها بالمشاهدة ، وبالعكس يمكن تحويل هذه المشاهدات الى مبادىء فيزيائية ، وكما جاء على لسانه في كتابه Principia أو « المبادىء » اقدم هذا الكتاب كمبادىء رياضية للفلسفة لأنني اعرف ان مشاكل الفلسفة تقع كلها عليها بدءاً من مظاهر الحركات واثبات قوى الطبيعة ثم استخدام هذه القوى لأثبات مظاهر اخرى . ارجو ان استطيع معرفة المظاهر الأخرى للطبيعة بنفس طريقة الاستنباط من مبادىء الميكانيكا لأنني مقتنع لأسباب كثيرة ان كل هذه المظاهر الطبيعية تتوقف على قوى معينة تنجذب بواسطتها جزيئات الجسم وتتجمع مع بعضها أو تتنافر وتبعد عن بعضها وقد حاول الفلاسفة معرفة كنه هذه القوى الغير معروفة ولكنهم فشلوا في ذلك ، اتعشم ان المبادىء المطروحة هنا سوف تلقي بعض الضوء عليها أو ايجاد حلول سليمة لها » .

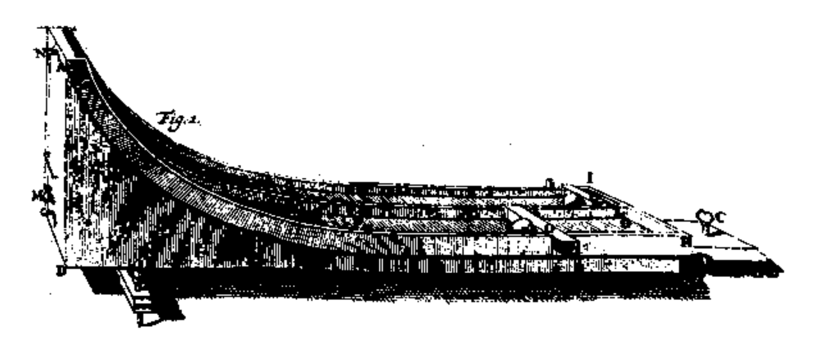
التفاضل والتكامل المتناهي في الصغر

كانت أداة نيوتون في تحويل الأسس الفيزيائية الى نتائج كمية يمكن قياسها واثباتها بالمشاهدة أو العكس هي استعمال التفاضل والتكامل المتناهي في الصغر أو كما سماها طريقة التدفق (Fluxions) . تعتبر هذه الطريقة قمة العمل الرياضي لمجموعة من الرياضيين مروراً بيودوكس Eudoxus وأرخميدس . وفي القرن السابع عشر تطور هذا العمل بسرعة نتيجة لأعمال فرمات Fermat وديكارت ، وصيغت هذه الطريقة بالصورة التي نعرفها بواسطة ليبنز Leibinz

(١٦٤٦ ـ ١٧١٦) . وسواء كان فضل ايجاد هذه الطريقة يرجع الى نيوتون أو لـيبنز ـ وكان هذا من مواضيع الجدل المؤسف ـ فهذا لا يهم تطور العلم ـ المهم ان نيوتون استخدم التفاضل والتكامل في حل مسائل حيوية بل حاول الآخرون استخدامه في حل مشاكلهم .

باستخدام التفاضل والتكامل يمكن ايجاد موضع الجسم في أي لحظة وذلك بمعرفة العلاقة بين موضع الجسم وسرعته أو معدل التغير في السرعة في أي لحظة اخرى، وبمعنى آخر اذا عرفنا قانون القوة، يمكننا حساب مسارها، كما ان قانون الجاذبية لنيوتون مشتق مباشرة من قانون الحركة لكبلر ، وهما طريقتان رياضيتان لأثبات شيء واحد بينما تبدو قوانين حركة الكواكب انها نظرية إلا ان فكرة بقاء الكواكب في مسارها ثابتة بجاذبية قوية هي فكرة يمكن ادراكها حتى ولو بقيت هذه القوة نفسها شيئاً غامضاً .

احدث نيوتون تطوراً في علم التفاضل كما استخدمه لحل مشاكل ديناميكية عديدة واخرى هيدرو ديناميكية ، وبسرعة اصبح هذا العلم هو الطريقة الرياضية لحل وفهم المتغيرات والحركات وكذلك جميع مسائل الهندسة الميكانيكية كما بقي دائماً الطريق الوحيد لحل هذه المسائل في العصر الحديث ، وفي الحقيقة اصبح التفاضل والتكامل اداة العلم الحديث كالتيليسكوب تماماً .

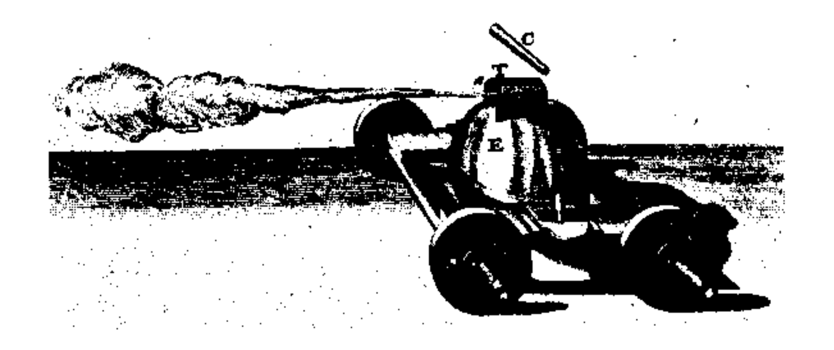


شكل (١٤٣)

تجربة لاثبات قانون الجاذبية لنيوتون واستخدام التفاضل والتكامل ـ استخدمه نيوتون لاستنباط نظرية الجاذبية الأرضية وتطبيقاتها على الأجسام الساقطة على الأرض والمدارات الأهليجية للكواكب تحت تأثير جاذبية الشمس .

لا بد وان الحاح هالي جعل نيوتون يقتنع بضرورة أن يشمل كتابه « الفلسفة الطبيعية لمبادىء الرياضيات » حله وشرحه لحركات الكواكب ، نشر هذا الكتاب بمعرفة الجمعية الملكية ويحمل اسم رئيسها صمويل بيبس Samuel Pepys ولعدم قدرة الجمعية على تحمل نفقات طبع الكتاب تحمل هالي هذه النفقات من ماله الخاص / يشمل هذا الكتاب سلسلة من المناقشات الفيزيائية وتطورها وفي هذا المجال لا يوجد كتاب آخر يجاريه في تاريخ العلم ، ومن الناحية الرياضية يمكن لكتاب نيوتون ان يكون شبيهاً لكتاب يوكلد Euclid « العناصر » Elements اما من الناحية الفيزيائية وتأثيره على الأفكار فيمكن مضاهاته بكتاب أصل الأنواع «Origin Of Species» لدارون / ومنذ ظهور كتاب نيوتون المبادىء اصبح هذا الكتاب انجيل العلم الحديث ليس فقط موضع التقديس الشديد لمذهب نيوتون ولكن لتوسعه في اعطاء الطرق الجديدة وامثلة عليها ،

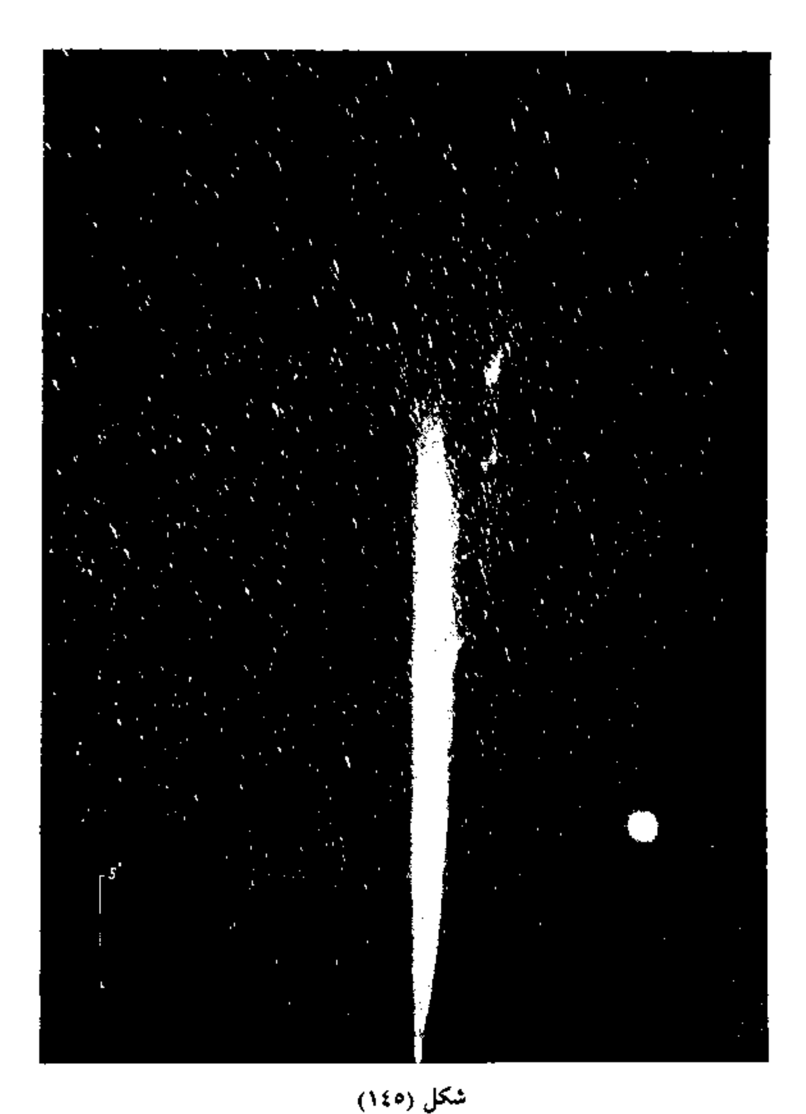
في كتابه المبادىء انجز نيوتون اعمالاً كثيرة بجانب قوانين حركة الكواكب ، وكان هدفه الأساسي بلا شك هو اثبات أو شرح كيف ان الجاذبية الأرضية تستطيع المحافظة على نظام الكون ، وأراد أن يوضح ذلك ليس عن



شكل (١٤٤)

محرك نفاث يعمل بالبخار لتوضيح قانون نيوتون الثالث الخاص بالعمل ورد فعل الأجسام من كتاب « العناصر الرياضية للفلسفة الطبيعية واثباتها عملياً » .

Mathmatical Elemnts of Natural Philosophy Confirmed by Experiments



شكل (١٤٥)

صورة المذنب هالي عند عودته بالقرب من الشمس والأرض عام ١٩١٠ ، النجم المضيء على اليمين هو كوكب الزهرة / سمي المذنب باسم هالي حيث انه هو الذي تنبأ بمجيئه / كانت حسابات هالي تعتمد على نظرية الجاذبية الأرضية لنيوتون / كانت لهالي كل الأسباب والفرص لكي يكون ملماً بأعمال نيوتون حيث انه هو الذي ساعد على ظهور الطبعة الأولى لكتابه « المبادىء » وهو الذي مول طبع هذا الكتاب ./

طريق الفلسفة القديمة ولكن بطريقته الكمية الفيزيائية الجديدة ، وفي سبيل ذلك كان أمامه واجبان لتحقيقهما ، الواجب الأول هدم جميع الأفكار الفلسفية القديمة والحديثة ، اما الواجب الثاني هو اقرار افكاره ليس فقط لصحتها ولكن لأنها الأكثر ثقة لتحقيق الظواهر المختلفة .

نوقش كثير من المواضيع في كتاب المبادىء بعناية فائقة كما ذكرت حجج عملية لاثباتها ، ومن هذه الموضوعات نظرية ديكارت بدواماته وكواكبه الدائرة فيها . كانت هذه فكرة بديهية ولكنها غير قادرة ـ كما بيّن نيوتون ـ على اعطاء نتائج كمية دقيقة ، وفي محاولته هذه اهتدى نيوتون الى علم الهيدروديناميكا كما وجه الأنظار الى خاصية اللزوجة ومقاومة الهواء ووضع أسس ميكانيكية السوائل التي ظهرت أهميتها عند اختراع الطائرة .

ولو ان نيوتون استخدم التفاضل والتكامل للتوصل الى نتائجه العظيمة إلا انه كان حريصاً في كتابه « المبادىء » على اعادة صياغة جميع الأعمال الكلاسيكية الهندسية منذ عهد الأغريق بطريق رياضية وفلكية يمكن ادراكها . كانت النتيجة المباشرة لنشر هذا الكتاب هي اعطاء طريقة حسابية دقيقة لتحديد مراكز القمر والكواكب مبنية على ملاحظات قليلة بدلاً من الطرق القديمة التي كانت تعتمد على الطرق الكثيرة الأستقرائية ، فكان يكفي معرفة ثلاث ملاحظات على أي جرم سماوي لمعرفة مركزه مستقبلاً . تم اثبات ذلك بعد وفاة نيوتون على يدي صديقه هالي وذلك عن طريق نجمه المذنب الذي عاد وظهر كما تنبأ بناءاً على قوانين نيوتون والتي كان من نتيجة استخدامها ان اصبح التقويم الفلكي الخاص بالملاحة اكثر دقة عن ذي قبل ، ولسوء الحظ كان انسب الأجرام السماوية التي بملاحظتها يمكن معرفة خطوط الطول هو القمر وتعتبر حركته اكثر الحركات تعقيداً في المجموعة الشمسية ، ولم يتمكن احد في ذلك الوقت من اختصار حركاته الى شيء بسيط يرشد البحارة في رحلاتهم الى ان جاء ذلك على ايدي صناع الساعات المهرة وبواسطة عقول الفلكيين الميكانيكيين .

حل نيوتون محل أرسطو

ان نظرية الجاذبية الأرضية لنيوتون وانجازاته الأخرى في العلوم الفلكية تمثل آخر الحلقات في اختفاء صورة ارسطو للكون والتي بدأت بكوبرنيكوس . ان رؤية الكواكب وهي تتحرك بفضل محركها الأول أو بالملائكة بأمر من الخالق

قد استبدلها نيوتون بذكائه بميكانيكية تعمل تبعاً لقوانين طبيعية لا تحتاج الى قوى دائمة، ولكن تحتاج الى العناية الإلهية لخلقها ولدورانها في افلاكها.

لم يكن نيوتون نفسه متأكداً من ذلك ، وللتهرب من الحقيقة ، ترك الباب مفتوحاً لضرورة وجود العناية الإلهية لاستقرار النظام الفلكي ، ولكن جاء لابلاس Laplace (ص ٦٦٤) وأغلق هذا الباب واستغنى عن العناية الإلهية ،
اما الحل الذي توصل اليه نيوتون فيشمل كل الطرق الضرورية للتنبؤ بمراكز القمر والكواكب وانهى بذلك كل التساؤلات عن وجود العناية الإلهية وهنا شعر نيوتون بأنه أكمل مهمته وتفسيره بحيث اصبح لا يتقبل اسئلة اخرى.

تخطى نيوتون الهدف الذي كان يريد الوصول اليه وهو وجود حركة مطلقة بقوله : كما جاء على لسان اصدقائه اتباع افلاطون : « هذا الفضـاء هو الاحساس والادراك والعقل المدبر، هو الخالق الذي يجب ان يكون أمره مطاعاً » بهذه الطريقة تجنب الحيرة بين النظريات النسبية. اما نظريته فلم تعط الأسباب التي من أجلها تدور كل الكواكب في فلك واحد وفي نفس المسار وهو ما حاول ديكارت ايجاد حلّ سهل لدورانه. وبأمانة اخفى نيوتون جهله في موضوع الخلق بفرضه بأن ذلك كانت ارادة الله في بدء الخليقة.

في هذا الوقت انتهت المرحلة الهدامة لعصري النهضة والأصلاح وبدأت مرحلة وفاق وتراض بين الدين والعلم كما حدث بين الملكية والجمهورية وبين الطبقة المتوسطة وطبقة النبلاء. اعطى نظام نيوتون للكون امتيازاً خاصاً للمذهب الأورثوذكسي، ففي هذا النظام لا يظهر بوضوح يد الله في الأحداث السماوية وكذلك الأرضية ، ولكنها تظهر فقط في خلق وتنظيم الكون ككل.
وفي الحقيقة اصبح الله ملكاً دستورياً، ومن ناحيةاخرى لم يرغب العلماء في الاعتداء على المعتقدات الدينية لعلمهم انها محور حياة الانسان ومصدر طموحه ومسؤولياته في ذلك الوقت. استمر هذا الوفاق الذي وضعه الأسقف سبرات والذي دعا اليه الدكتور بنتلي Bentley عام ١٦٩٢ حتى جاء دارون واحبطه في القرن التاسع عشر(*)(٧).

بالرغم من ان اعظم اكتشافات نيوتون تظهر نظرية الجاذبية الأرضية إلا ان اثره الأكبر على العلم هو في الحقيقة الطرق العملية التي استخدمها لتحقيق نتائجه. فحساب التفاضل والتكامل اعطى العالم طريقة عملية للانتقال من

التغير الكمي للأشياء الى الكم نفسه والعكس بالعكس ، كما قدم نيوتون الطرق الرياضية الدقيقة لحل المسائل الفيزيائية والتي استمرت بعده قرابة مائتي عام . وبوضعه قوانين الحركة التي ربطت ليس فقط القوة بالحركة ولكن بتغير الحركة ايضاً وبذلك قضي الى الأبد على البديهيات القديمة التي كانت تعتقد ان القوة ضرورية لاستمرار الحركة دون اعتبار لدور الاحتكاك . وهذا الذي يستدعي بقاء القوة في كل العمليات الميكانيكية باعتبار ان الأحتكاك شيء ثانوي وهو الموضوع الذي حاول المهندس الماهر إلغاءه أو التقليل من تأثيره ، وفي كلمة واحدة استبدل نيوتون نظرية القدماء الاستاتيكية بالنظرية الديناميكية للكون . هذا التحول مضافاً اليه نظريته الذرية اظهرتا ان نيوتون كان لاشعورياً متمشياً مع الحالة الأقتصادية والأجتماعية العالمية في ذلك الوقت ، وكان المبدأ السائد هو على كل انسان ان يشق طريقه بأقدامه وعزيمته بدلاً من الوضع الهيراطيقي الموروث الذي كان سائداً في العصور القديمة الاقطاعية(*)(٨) .

وبعيداً عن انجازات نيوتون فإن خلاصة التجارب العملية، والنتائج الرياضية في هذا القرن من الزمان اضافت طرقاً جديدة ودقيقة امكن الأعتماد عليها واجراؤها بواسطة علماء القرون التالية ، وفي نفس الوقت طمأنت العلماء بأن هذا الكون انما ينظمه عدد من القوانين الرياضية البسيطة وسوف نرى ان قوانين الكهرباء والمغناطيسية بنيت على اسس نيوتونية وان النظرية الذرية كانت نتيجة مباشرة لآراء وافكار نيوتون عن الذرة .

هيبة وتأثير نيوتون

صحب نجاح نيوتون بعض المساوىء فقد كانت قدراته فائقة واعماله غاية في الدقة بحيث اثر على تقدم العلوم في القرن الذي عاش فيه وفي القرن الذي جاء بعده وأصابها بالجمود ، فلم يحدث تطور إلا في المجالات التي لم يطرقها نيوتون ـ ففي انكلترا استمر هذا الجمود في الرياضيات الى منتصف القرن التاسع عشر ، وفي الحقيقة استمر تأثير اعمال نيوتون ابعد من تأثير نظامه حتى ان نظرياته اخذت دون مناقشة أو جدل حتى اخطاؤه المعروفة التي انبثقت من معتقداته اللاهوتية التي اعتنقها دون مناقشة لم يفطن اليها العلماء إلا في عهد اينشتين .

وليس صحيحاً أن عظمة نيوتون كانت في ترجمة الفلسفة الى عبارات

رياضية فقط بل كان لتأثير افكاره اكبر الأثر في المجالات الأقتصادية والسياسية ، فقد اثرت آراء نيوتون على تفكير اصدقائه امثال لوقا وهيوم بحيث انهما خلقا مذهب الشك العام والأيمان المطلق سياسة عدم التدخل واطلاق الحريات التي اضعفت من هيبة الدين واحترام النظام الإلهي للمجتمع ، ومن خلال اعمال وافكار فولتير الذي صاغها بالفرنسية انبثقت مبادىء الثورة الفرنسية ، والى وقتنا هذا استمرت هذه الأفكار الأسس الفلسفية لتحرير الطبقة البرجوازية .

٧ ـ ١٠ نظرة الى احداث الماضي القريب ـ الرأسمالية ومولد العلم الحديث

اذا استرجعنا خطوات تطور العلم الحديث في القرون الخامس عشر والسادس عشر والسابع عشر نجد اننا في موقع احسن لنرى لماذا حدث مولد العلم الحديث في الوقت والمكان المناسبين ، فنرى كيف انه تابع انتعاش التجارة والصناعة الذي عاصر قيام الطبقة البرجوازية في القرنين الخامس عشر والسادس عشر وانتصارها السياسي في انكلترا وهولندا في القرن السابع عشر ، وبعد ذلك تابع العلم الحديث ظهور الرأسمالية ، وفي نفس الوقت كانت نفس الحركات التي قضت على الاقطاع والنفوذ الكنسي هي نفسها التي قضت على العبودية والأنظمة المتخلفة المتوارثة ، وكما في السياسة كذلك في العلم حدثت ثورة على التقاليد التي حررت عقل وأبداع الانسان واخرجته من الدائرة الضيقة التي كان مسجوناً فيها ، فلم يبق جزء في هذا الكون مجهولاً للعلماء ولا مكان على هذه الأرض لم يطرقه الانسان .

وحدة العلم في القرن السابع عشر

بالرغم من تشعب مجالات البحث في القرن السابع عشر فقد توحدت اغراض العلم وتبلورت في ثلاث قواعد اساسية هي الأشخاص والأفكار والتطبيقات ، وفي المكان الأول استطاع العلماء في هذا القرن العمل والأنتاج في كل المجالات المتاحة في العالم فلم يكن نيوتون رياضياً وفلكياً وبصرياً وديناميكياً فقط بل كان كيماوياً ايضاً ولو انه نشر القليل من البحوث إلا انه كان ملماً بمعظم المعلومات ، والمعارف اكثر من أي شخص آخر في زمانه ، وكذلك هوك فبالرغم من انه كان رياضياً بارعاً وعمل في كل المجالات السابقة إلا انه عمل في مجال علم وظائف الأعضاء والبحوث الميكرسكوبية وايضاً ورن Wren المهندس

المعماري المشهور كان قريباً من الوسط العلمي / كان من نتيجة عالمية العلماء وبراعتهم الفائقة في القرن السابع عشر ان استطاعوا الحصول على صورة جامعة لمجالات العلم لم يكن من السهل الحصول عليها في القرون اللاحقة٤ـ٩٥ .

الفلسفة الرياضية

اما القاعدة الثانية التي ارتكز عليها العلم في القرن السابع عشر فهي وحدة الأدراك الناتجة من الفكرة الرائدة وطريقة العمل الرياضية المستخلصة من رياضيات الأغريق والعرب والهنود والصينيين ولم يكن ذلك مجرد تحصيل بل كان مؤثراً ولو انه غير محسوس / وفي الحقيقة كان تغيير مجالات العلم في القرن السابع عشر يرجع الى تركيز التفكير في الرياضيات وحدها حتى ان المشاكل التي لم يستطع حلها رياضياً تركت دون حل / ليس هذا فقط بل حدث ان عولجت بعض الموضوعات التي لا يمكن حلها رياضياً بحلول رياضية تبعث على الضحك / ومن هذه الموضوعات محاولة احد تلاميذ هارفي شرح عمل غدد الجسم البشري بالقوة الدافعة النسبية لجزئياتها والتي تتوقف على مدى انفراج زوايا خروج افرازاتها منها / اما المثل المثير الأخر فكان في الوسط الأجتماعي فقد حاول سبينوزا Spinoza (١٦٣٢ ـ ١٦٧٧) احد نبلاء القرن السابع عشر وفيلسوفها ان يترجم القواعد الأخلاقية الى اسس رياضية / كان لاصرار علماء القرن السابع عشر على استعمال الرياضيات فقط في حل مشاكلهم ان نجحوا في هذه المواضيع فقط كمجالات الميكانيكا والفلك وهي المجالات التي نجح فيها الى حد محدود الأغريق ولم يتقدموا في العلوم الأخرى الكيماوية والبيولوجية .

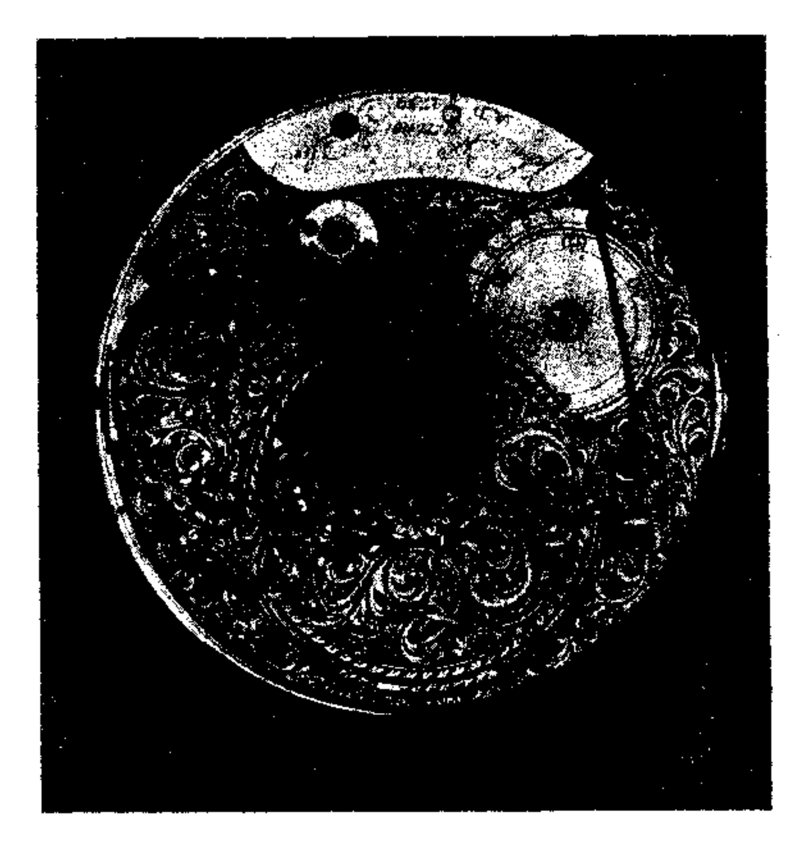
العلم والمشاكل التكنيكية

اما القاعدة الثالثة المميزة للعلم الحديث في القرن السابع عشر فكانت تتعلق بالمشاكل التكنيكية في ذلك الوقت ، وكما رأينا ان التقدم السريع في العلوم ابتداء من القرن الرابع عشر وربما قبل ذلك ، بدأ بالقضاء على التقاليد الموروثة في اوروبا حيث كانت الحاجة ماسة الى اكتشاف مصادر طبيعية جديدة ، ولذلك كان الأهتمام بالخلق والأبداع كبيراً / كانت أهم المشاكل في ذلك الوقت هي المتعلقة بالتعدين وصهر المعادن والمواصلات وصناعة المنسوجات وكلها مسائل تكنيكية ، ولكن تبعاً للظروف الجارية ظهرت مشاكل اخرى امام العلماء وضرورة ايجاد حلول لها وكثير من هذه المشاكل كانت تتعلق بالملاحة والمدفعية

وكلها مشاكل قديمة طرحت منذ أيام الأغريق وتحتاج الى حلول عملية ، وكان ذلك من نصيب القرن الثامن عشر .

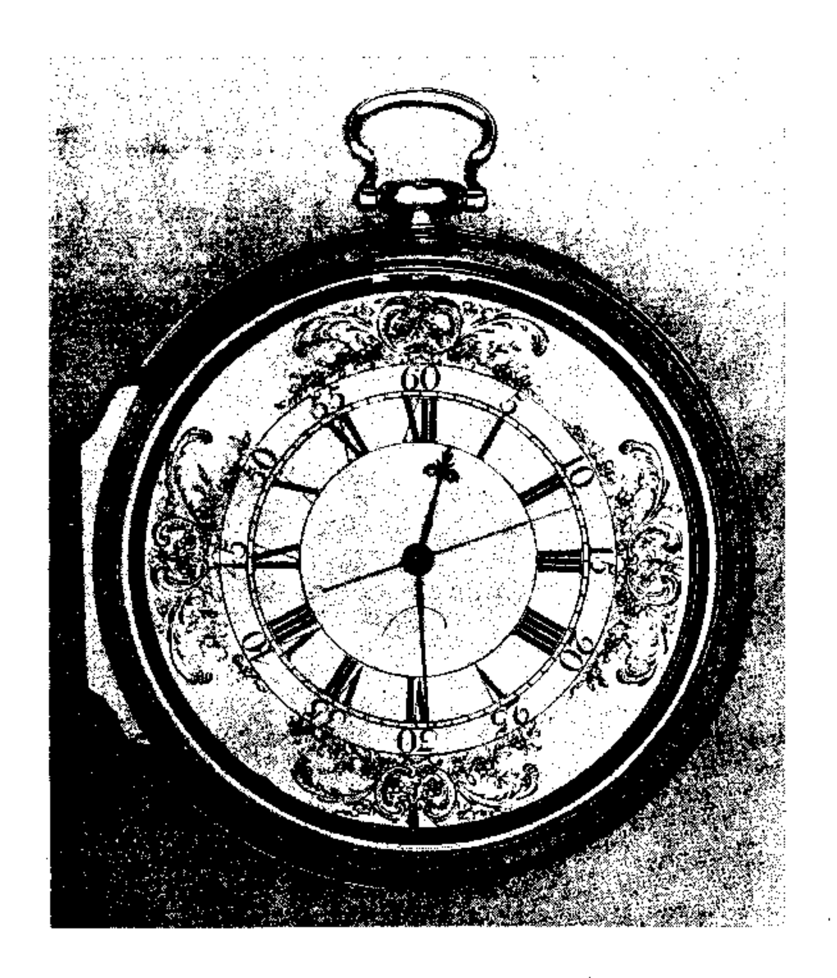
العلم يثبت جدارته

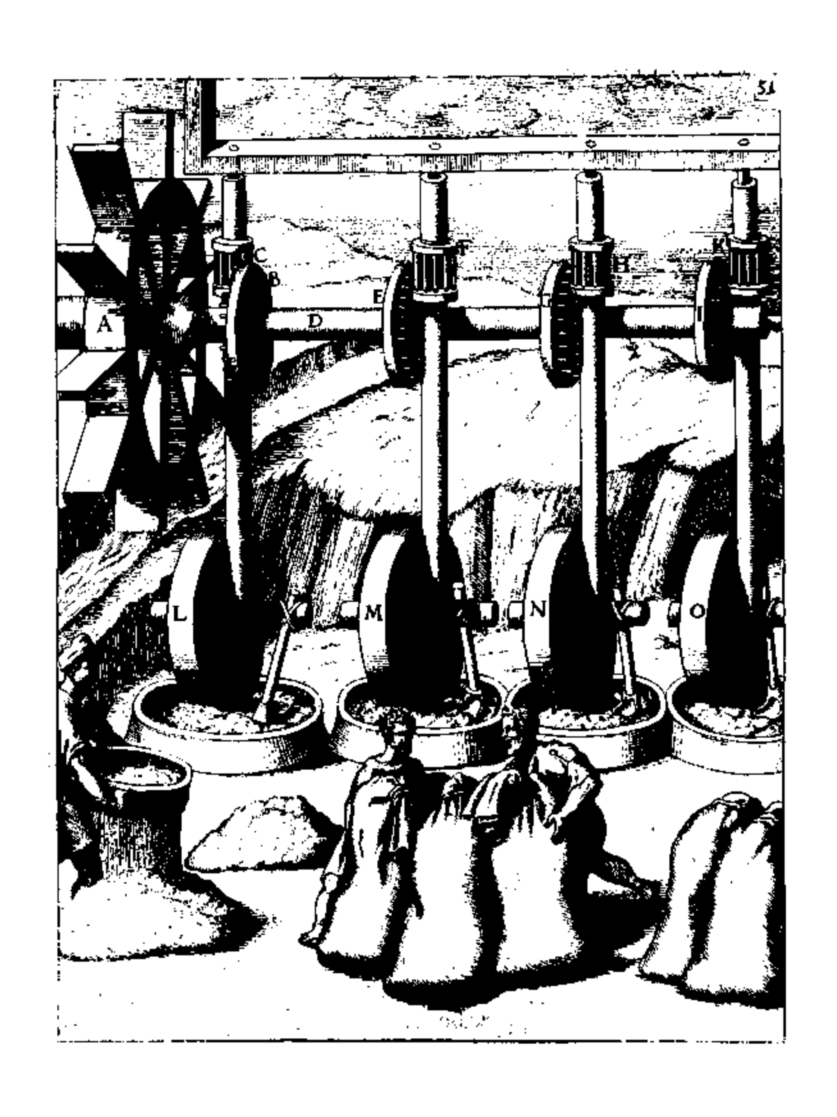
كان العلماء يطالبون بانجاز نتائج اكثر مما كان ممكناً في ذلك الوقت ، والى نهاية القرن الثامن عشر ربح العلماء من الصناعة اكثر مما تتحمل ، ففي مجال الكيمياء وعلوم الحياة حدث ذلك قبل ان يستطيع العلماء استبدال أو تحسين الوسائل التقليدية القديمة بمائة عام على الأقل ، اما في الطب فكانت المدة أطول من ذلك بكثير ، وحتى في العلوم الفيزيائية كان الحرفيون الذين يعملون بالآلات وخاصة بالمدفعية هم الأكثر كسباً . حاول نيوتون تحسين مسار القذيفة من المدافع بالأقلال من تأثير مقاومة الهواء واستمر العمل بطريقته حتى قيام الحرب



شكل (١٤٦ أ، ب)

جون هاريسون البحري Harrison (١٦٩٣ - ١٧٧٦) . كان في أول الأمر بحاراً ونجح في حل مشكلة معرفة خطوط الطول باختراعه أول جهاز لقياس الزمن استعمل بنجاح على السفن كان كرونومتره الأول عبارة عن ساعة كبيرة برقاصين ولكل منهما كرة صغيرة في نهايتي ذراعي كل منهما ، وكان يشمل ايضاً ترمومتراً وهو اساسي للساعة لاعطاء الوقت المضبوط . حسن هاريسون كرونومتره سنة بعد اخرى بحيث اصبح صغيراً كساعة الجيب ، وكان من الدقة بحيث كان يعطي الوقت دقيقاً الى عشر الثانية في اليوم . /





شكل (١٤٧)

بالرغم من التطور في الميكانيكا النظرية لنيوتون وغيره فقد اعتمد المهندس على الجهد الانساني والحيواني أو على الرياح والماء كقوة دافعة من كتاب لجورج اندرياس بوكلر George Andreas Bockler.

العالمية الثانية ، ولكن وسائله هذه لم تكن عملية في ذلك الوقت / كانت أنابيب البنادق غير سوية ولذلك كانت القذيفة غير مطابقة لها كما ان مسحوق البارود كان مختلفاً كماً وكيفاً من عينة لأخرى . كانت الوسيلة الوحيدة لتحسين البنادق هي استعمال الحبال والأوتاد الخشبية ، فعامل المدفعية المدرب كان يعرف حدود فنه فأستطاع الاستغناء عن القذائف ، والاستثناء الوحيد لهذا كان في مجال صنع الساعات وادى الاتقان في صناعتها الى اختراع الكرونومترات البحرية بفضل بعض المعلومات الديناميكية وكان هذا هو النجاح الكبير الوحيد للعلوم الحديثة في مجال الملاحة، كان ذلك انجازاً كبيراً لأنه حدث في الوقت الذي كانت الحاجة ماسة الى التحكم في الطرق الملاحية واكتشاف مناطق جديدة وهو المفتاح الى الثروة والعزة القومية وكذلك الى النجاح الاقتصادي والسياسي للدول في ذلك الوقت / وبنجاح العلم في هذه المجالات اثبت جدارته واصبح جزءا اساسياً في الحضارة الرأسمالية الجديدة/ ومن هنا اكتسب العلم استمرارية ومكانة لا يمكن فقدانها./ انتشر العلم وتطور أما أهميته فزادت رسوخاً وثباتاً عندما ثبت أن العامل الرئيسي في تقدم وازدهار الممالك الأوروبية في السلم والحرب/وتفوقها على الحضارة القديمة الاسلامية والهندية والصينية هو الانجازات التكنيكية وثبت ايضاً ان التقدم والتطور في هذه الوسائل يتطلب استمرار التطبيقات العلمية . /

الأقدمون والحديثون

في هذا المجال التكنيكي يظهر تفوق رجال القرن السابع عشر ليس فقط على رجال عصر النهضة والعصور الوسطى بل على قدماء الأغريق والرومان / لم يكن رجال هذا العصر احسن ولا انبه من الرجال القدماء ولكن دون شك كانوا مبتكرين واستطاعوا انجاز اشياء لم يحلم بها القدماء كأستخدام المدفعية والسفر الى امريكا / واهم من الأنجازات التي تمت في القرن السابع عشر كان الأدراك بأن ما تم كان البداية وانه لا توجد حدود للنجاح والتقدم في نفس الطريق ، ومنذ عام ١٦١٩ اعلن جوهان فالنتين Johan Valentin « انه عمل شائن أن تيأس من النجاح ، وهذه الفكرة غريبة عن التفكير خلال العصور الوسطى بل بعيدة كل البعد عن العقل الكلاسيكي واصبحت منهجاً في طريقها المنتصر ٤-٧٧ /

/ وفي الحقيقة كان الصراع بين القديم والحديث يقظاً ومستمراً في أواخر

هذا القرن ، وقد صادف هذا الصراع فرصاً مختلفة في المجالات العالمية٤ـ ٩٥ . وكان اكبر تعبير لذلك صراع سويفت في مجال الكتب ولكنه في كتابه رحلات جوليفر كان كأنما يسبح ضد التيار / وبالرغم من ان هذه الكتب كانت ولا تزال تزين مكتبات المثقفين إلا ان أدب الأغريق والرومان كان ميتاً من الناحية العملية / ربما كان لهم الفضل في صياغة النثر الذي تميز بالعمق والرنين ، ولكن ليس لهم نصيب في تقدم الفلسفة كما تفهمها رجال القرن الثامن عشر ./

/ كان التقدم لا يزال عملاً مثالياً اكثر منه انجازاً / ولم تحدث في المرحلة الانتقالية للقرون الخامس والسادس والسابع عشر اية ثورة لتغيير طريقة الحياة الذي تم بعد ذلك / فقد أعيد توزيع الثروات بحيث كثر عدد الموسرين في انكلترا والأراضي الواطئة في أواخر هذا القرن عنه في أوائله / وربما ظهر القليل منهم في ايطاليا / كان الشيء الهام هو طريقة استثمار الثروة بتحويلها الى رأس مال والقضاء على الأقطاع والقيود على حرية استغلال رؤوس الأموال وبذلك اصبح الطريق مفتوحاً لاستثمارها بغير حدود / وفي اول مراحل الرأسمالية كان الربح الجديد ينحصر في التقدم التكنيكي وكان البناء الاقتصادي غير ثابت من البداية ./ لم يكن التجار والمهذبون بكل ثرواتهم وحبهم للعلم مستعدين لاستغلال الامكانايات العلمية الجديدة / ولكنهم مهدوا الطريق لانتعاش طبقة اصحاب الصناعات الصغيرة الذين استغلوا العلوم في تطوير الوسائل التكنيكية بالرغم من عدم اعترافهم بها ./

/ **الثورة الثقافية**

من الخطأ ان نعتبر ان القوى الدافعة لتطور العلم كانت كلها عوامل نفعية ./ حيث كان العلم لا يزال يحمل الكثير من هيبة واحترام وسياسة وأخلاق وفلسفة القدماء والتي أضاف اليها عصر النهضة الكثير / كانت الفلسفة الطبيعية كما كانوا يسموها مهنة نبيلة وجديرة بالأحترام وكان لمساندة الأثرياء لها أضافة لرونق وبهاء الدولة ./ وفي نفس الوقت شعر رجال العلوم التطبيقية الجديدة انهم هم وليس مثقفي ذلك العهد الورثة الحقيقيون للعهد القديم / وفي الحقيقة ان المناطق التي نجحوا فيها في تطبيق مبادئهم ووسائلهم العلمية هي نفس المناطق التي بدأت فيها تعاليم الأغريق ومع ذلك بينما كانت رياضيات اليونان احد وسائل العلم الحديث فجميع حركات العلم الثقافية انبثقت من الصراع ضد /

الفلسفة اليونانية التي طبقت في العصور الوسطى لخدمة النظام الأقطاعي والذي بطل استخدامه / كان استخدام العلوم التجريبية في أول مراحلها حرجاً وهداماً / اما في المراحل اللاحقة فكان هدفها ايجاد قاعدة جديدة للفلسفة وغالباً في اللحن كلما دعت الظروف الى ذلك / لم يكن التغير تاماً حيث كانت التقاليد الدينية والمعتقدات لا تزال سائدة بحيث لا تسمح لأي انحراف عن عقيدة الخلق والخلاص التي يؤمن بها كل من الكاثوليك والبروتستانت وواضح بأن بيكون وديكارت وحتى فلسفة جاليليو ونيوتون الحذرة/اعطت حريات كبيرة للخالق في ادارة هذا الكون وكانت هذه الحريات اساس النقد الموجه للمعتقدات الدينية في القرن التالي ./

كانت قمة التناقض في الثورة العلمية مظهر هؤلاء العلماء امثال كوبرنيكوس ونيوتون اللذين ساهما بقسط وافر في الابتكارات العلمية بالتدين الشديد وفلسفتهما ومحافظتهما على التقاليد الدينية / لم يكونا ارثوذكسيين لأنهما كانا يعتقدان ان الأرثوذكسية ضلت الطريق القويم ولذلك قبلا نظام القديس توما الإكويني St Thomas Aquinas الذي يوفق بين الايمان والعقل ولكن كانا مضطرين لرفض استنتاجاته حيث ان نظام الكون الذي وفق بينه وبين ايمانه اتضح خطأه ولا يمكن ان يقبله العقل / اما طرقهما في التوفيق بين العقل والعقيدة فكانت أقل ثباتا ، وبذلك انتهت الأيام التي سادت فيها العقائد اللاهوتية على العلم واستطاعت لبعض الوقت من عرقلة مسار العلم في طريق التطور ولكنها لم تستطع ايقافه واصبح مفهوماً بأن الدين محصور في الأطار الاخلاقي والروحاني وبهذا شق العلم طريقه في العالم المادي ارادوا أو لم يريدوا /

اقرار العلم

بمجيء عام ١٦٩٠ اصبح العلم حقيقة ونال الاحترام والتبجيل على الأقل بين الطبقة العليا في ذلك الوقت ، وكانت له مؤسساته في الجمعية الملكية البريطانية والأكاديمية العلمية الفرنسية ، وكانتا مرتبطتين ارتباطاً وثيقاً بالهيئات الحاكمة وكذلك البرلمان وحزب الأحرار في انكلترا والمحكمة العليا في فرنسا ، وأنتشر نفوذ العلم في الدول الأخرى وكان مرتبطاً بنظام التجربة أو بعد ذلك ، وربما دعمت أسس العلم فيما بعد ولكن صرحه المقام على هذه الأسس كان ثابتاً ولكن اكثر اهمية من ذلك هي طرق بنائه التي اصبحت معروفة ولا يمكن تجاهلها. مرة اخرى ./

/ ومع ذلك شملت عوامل نجاح الطرق العلمية الأولية عناصر كانت خطرة عليه فقد احتوت هذه الطرق كثيراً من الآراء القديمة التي صبغت افكار العلماء الأوائل واحتفظوا بها كذكرى مقدسة مع الأفكار الجديدة المنبثقة من التجربة في فلسفة العلم الجديد / هذا الأثر الباقي اللاشعوري من الماضي هو الذي ظهر في كثير من النظريات العلمية لهذا القرن واصبح دور القرن الحالي القضاء على نظام نيوتون كما قضى القرن السابع عشر على آراء ارسطو /

الجدول (٤)
الثورة العلمية

/ في الجدول التالي محاولة لبيان الملامح الهامة في مولد العلم الحديث وعلاقتها بالتطور في الحياة السياسية والاقتصادية والتكنيكية ، وحساب الزمن في الفترة ١٤٠٠ ـ ١٧٠٠ كان مطرد النسق اما المرحلة التي ذكرت في الباب السابع فقد اشير اليها مع التركيز على المجهودات في أواخر هذه المراحل وخاصة اكتشافات ونظريات كوبرنيكوس للمجموعة الشمسية والدورة الدموية لهارفي ونظرية الجاذبية لنيوتون.

خطط الجدول لبيان اهم العلاقات التي كانت تربط بين هذه الأحداث ، وبالنسبة لتعقيداتها لم يشر الى العلاقات الأخرى كعلاقة اكتشاف هارفي بدراسة المضخات ولو انه اشير الى بعضها في الجدول رقم ٨ (الجزء الرابع)

الجدول (٤)

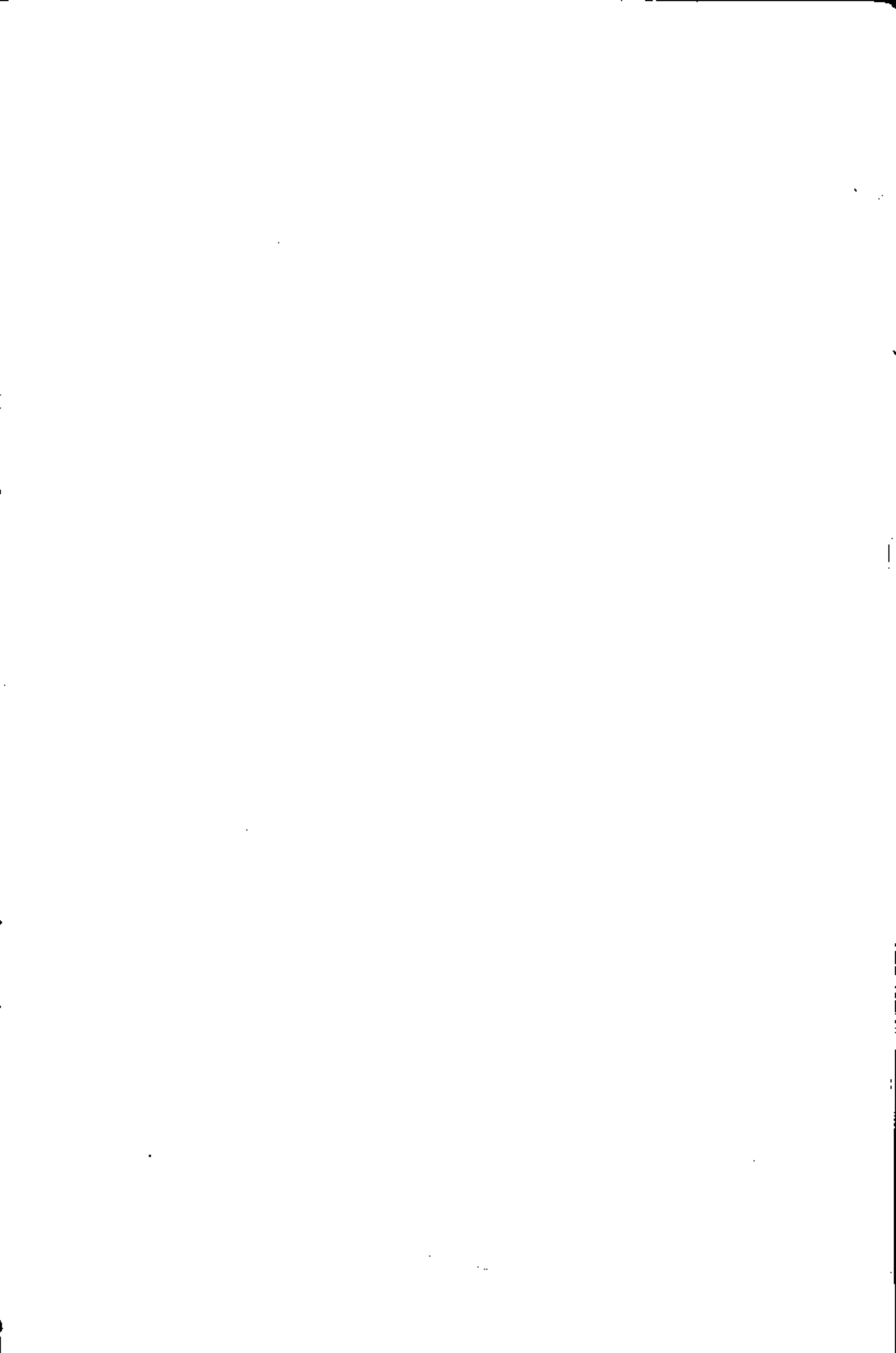
الفصل	السنة	الحوادث التاريخية	الفلسفة	الملاحة	أرشميدس الرياضيات
الفصل ٧ - ١ - ٣		علماء ردت اليهم اعتباراتهم	افلاطون	جارسون	ارشميدس ارستاركوس
		علماء انزلوا عن عروشهم			بطليموس
	١٤٤٠	عصر النهضة اكاديميات أفلاطون (فلورنسا) نمو التجارة والفنون الحروب الإيطالية	الانسانيات وعودتها الكلاسيكية	-خرائط بوتولان - مدرسة ساجرس -البرتغاليون على سواحل افريقيا - اكتشاف كولمبس - وصول فاسكو دي جاما	الاغريق عودة رياضيات افاقة بيورباك للفلك تقويم مولر البحري
	١٥٠٠	كلية فرنسيس الأول بفرنسا الأصلاح لوثر كلفن	اليوتوبيا (المدينة الفاضلة) معارضة زابليس للقرون الوسطى	ماجلان حول العالم	
	١٥٤٠ ١٥٥٠	- التضخم المالي مقاومة الاصلاح - الحروب الدينية - التمرد في هولندا - كلية جريشام		خرائط نومز الملاحية مشكلة خطوط الطول	كوبرنيكوس والمجموعة الشمسية ملاحظات تيخوبراهي
	١٦٠٠	ظهور الرأسمالية حروب الثلاثين عاماً الحروب الاهلية في انكلترا اجتماع العلماء غير الرسمي	بيكون والفلسفة العملية ذرات جاسندي فلسفة ديكارت الديناميكية	مغناطيسية جلبرت	افلاك كبلر للكواكب الهندسة التحليلية لديكارت
الفصل ٧-٤-٧-٦	١٦٥٠ ١٦٩٠	الجمعية الملكية لويس الرابع عشر الأكاديمية العلمية	سبينوزا ليبنز	جيريك والكهرباء بالأحتكاك ↓ الكهرباء	التفاضل والتكامل لنيوتون الجاذبية ↓ الفيزياء الرياضية

تابع الجدول (٤)

البصريات	الميكانيكا والهيدروليكا	الكيمياء	الطب والبيولوجيا
الهازن	فيلوبونس	لول	أرسطو
	أرسطو		جالين
تطور فن المنظور	تطور التعدين وصناعة المعادن والمضخات	بدء صناعة الكحوليات والبارود والشبة	ليوناردو دافنسي رسوم النبات والتاريخ الطبيعي
الرسم العلمي منظور ديورر	الهندسة الأعمال الهيدروليكية ليوناردو دافنسي تطور المدفعية	احياء باراسيلسوس للكيمياء كتاب الكيمياء (اجريكولا)	الجراحة فاسيليس
اختراع التيليسكوب	بناء السدود في هولندا استاتيكية ستيفن الهيدروليكا		الدورة التنفسية لسرفيليس تطور الزراعة والبستنة
تليسكوب جاليليو ومشاهداته	البندول الديناميكية الدراسة العلمية للمضخات		الدورة الدموية لهارفي الميكروبيولوجيا دراسات ماليبغي
نظرية نيوتون للألوان سرعة الضوء لرومر نظرية الأمواج	بارومتر توزشلي الفراغ قوانين بويل للغازات ، الفيزياء العلمية لهوك	قوانين بويل الاحتراق	نظرية التنفس جون راي تصنيف النباتات والحيوانات نحميا جرو
الأجهزة البصرية	الآلة البخارية	الكيمياء الأساسية	علوم الحياة

الجزء ٥

العـــلـــم والصنـــاعة



مقــدمة الجزء ٥

كان القرنان الثامن عشر والتاسع عشر هما العاملين الهامين المشكلين للعالم الحديث وخيل للذين عاصروهما انهما يمثلان عصر الحرية وبناء الانسانية / وفيهما اكتشف الانسان الطريق الصحيح نحو التقدم والانتصار دون حدود / اما اليوم ونحن في القرن العشرين وبما لنا من تجارب وما حدث من تغير وتبديل يظهر لنا ان هذين القرنين كانا فترة اعداد حدث فيهما كثير من الانجازات الهامة / بفضل تضحيات بشرية كبيرة لخلق ثقافة عظيمة ولكنها كانت غير مستقرة /

وأكمل هؤلاء فترة تأسيس العلم كعامل لا يمكن الاستغناء عنه في المدنية الصناعية / اما الطرق العلمية العملية الجديدة التي استحدثت واستخدمت اثناء ثورة القرن السابع عشر فكان لا بد من استمرارها وتحسينها خلال المجهودات الانسانية المستمرة / وفي نفس الوقت كان عليها أن تلازم بل تلتحم مع التحولات الكبرى من وسائل الانتاج والتي نسميها بالثورة الصناعية . /

لم تكن الثورة الصناعية وخاصة في مراحلها الأولى نتيجة لتطور العلم ولو أن بعض انجازاته كالآلة البخارية ساهمت بقسط كبير في تقدم الصناعة / يرجع السبب الأكبر في قيام الثورة الصناعية الى نمو وتحول النظام الاقتصادي الرأسمالي من نظام يقوده التجار والصناع الصغار الى نظام يموله الأثرياء وقيام الصناعات الثقيلة /

ولا غرابة في انتعاش التخطيط العقلي للعلم وكذلك التغير التكنيكي للصناعة وسيادة الرأسمالية اقتصادياً وسياسياً في نفس الزمان والمكان / اما العلاقة التي كانت تربط بينهما فسهل ايضاحها حيث ان التكنولوجيا والنظم الاقتصادية والتقدم العلمي كانوا يتقدمون سريعاً ويتطورون في نفس الوقت ، واحياناً كان

يظهر ان واحداً منهم يأخذ مكان الصدارة واحياناً اخرى يتقدم غيره ليحتل هذا المكان . ان مهمتنا في هذا الجزء من الكتاب هي محاولة كشف النقاب عن انجازات العلم في التحول الاقتصادي والتكنيكي وكذلك تتبع الأثر الذي احدثه هذا التحول على العلم نفسه ، وهذا لا يمكن ايضاحه إلا بعد دراسة عميقة لنوع العلاقات الخاصة وسوف نشرح ونناقش النتائج في آخر هذا الباب .

ومن الضروري في البداية إعطاء شرح وافٍ للتغيرات الاجتماعية والاقتصادية التي حدثت في هذه الفترة الزمنية لكي نستطيع رؤ ية ما حدث للعلم في الوضع المناسب الحقيقي .

في نهاية القرن السابع عشر كان المسرح مهيأً لتطور الحياة الرأسمالية الجديدة وذلك عن طريق الانتاج ، وفي أجزاء صغيرة من أوروبا محصورة في انكلترا وهولندا وشمال فرنسا أستطاعت الطبقة المتوسطة الريفية ان تكسر قيود الاقطاع حيث مولت بعض الصناعات التي درت عليها بالربح الوفير لانتشار منتجاتها في انحاء العالم نتيجة التحسن في طرق الملاحة التي مهدت الطريق لإيجاد اسواق جديدة ، كان الانتاج في ذلك الوقت لا يزال يدوياً ومحلياً ، ولكن التجار واصحاب رؤ وس الأموال بدأوا في تنظيمه شيئاً فشيئاً ومن ثم شعر الحرفيون والفلاحون بالكآبة من جراء انخفاض الأجور .

ومع اتساع الأسواق وتحررها من قيود الانتاج بسبب النقابات المدنية بالاضافة الى ظهور مجالات للاستثمار في مؤ سسات تجارية مربحة كانت هناك مكافآت للابتكارات التكنيكية مثل آلات النسيج وكذلك الاختراعات العلمية الثورية مثل الآلة البخارية التي خفضت من تكاليف الانتاج وزادت من الأرباح ، كان من نتيجة ذلك قيام المؤ سسات العمالية وتقسيم العمالة الى تخصصات وانشاء المصانع واخيراً ظهور الآلات التي تدار بالقوى البخارية والمائية ، من هذا كله انبثقت الحركة الاشتراكية التي قضت على النظم القديمة للانتاج ، ومنذ بدأ هذا النظام في أواخر القرن الثامن عشر امتد الى مجالات اخرى بسبب نجاحه معتمداً اعتماداً كلياً على رأس المال الجديد الذي كونه ، وفي منتصف القرن التاسع عشر سادت الرأسمالية العالم بلا منازع ، ولكن هذا النجاح لم يستطع ان يضع حداً لامتدادها بحيث اصبح واضحاً عدم استقرارها الأمر الذي لم تستطع التخلص منه ، وبطبيعة الرأسمالية وهي الحصول على الأرباح لم تستطع توفير البضائع أو

/ فرص العمال للغالبية العظمى للعمال الذين أوجدتهم من أجل الحصول على نجاح مستمر / اعقب رواج التجارة هبوط مفاجىء في الأسعار ومنافسة شديدة بين الأسواق المحدودة وولادة الخصومات بين الدول / لم يبدأ تبديل هذا النظام الا في أوائل القرن العشرين وخلال معظم الفترة التي نحن بصددها كان تطور العلم ملازماً لانتشار الرأسمالية الصناعية التي حاولت استمرار الاستعانة به ./

/ **التقنية والعلم**

ولو ان الخطوات الأولى في تغير التقنية في المجالات الاقتصادية قد تمت دون تدخل العلم إلا انه حدث آن استمرار هذا التغير أدى الى ظهور مشكلات غير متوقعة لم يستطع حلها إلا العلم / فمثلاً أدى استخدام صبغة من اصل نباتي في صناعة الملابس وازدياد الطلب عليها الى ندرتها الأمر الذي أدى الى ضرورة انتاج بديل لها صناعياً / ولم يتم ذلك إلا بالعلم / والمثل الآخر هو الانتقال بصناعة الخمور من المنازل الى المصانع الذي صادف كوارث فادحة امكن التغلب عليها بفضل العلم / هذا الدور الثانوي للعلم في تطور الصناعة وخاصة في مجال الطب في أواخر القرن التاسع عشر اصبح دوراً اساسياً / فقد تطورت الأفكار العلمية وظهرت صناعات جديدة وكان أول هذه الأفكار الآلة البخارية « الآلة الفلسفية » التي ظهرت في أوائل القرن الثامن عشر / وبمجرد ظهورها واستعمالها وتداولها اصبح انتاجها وتطورها من المسائل الهندسية وفقط في اواخر القرن الثامن عشر اصبحت الصناعات من المجالات العلمية مثل الصناعات الكيماوية والكهربائية التي بدأت تثبت اقدامها ولم تتم لها ذلك إلا في القرن التاسع عشر ./

/ وبالرغم من الخدمات التي أدتها الآلة البخارية لا يمكن الزعم بأن العلم لعب دوراً هاماً في التحول من الانتاج اليدوي الى الآلي الذي حدث في الربع الأخير من القرن الثامن عشر / ومن ناحية اخرى فقد اثبت الانتاج الآلي انه القوة الدافعة للمعلومات العلمية الجديدة / بدأ هذا الموقف في التغير في القرن التاسع عشر بحيث اصبح العلم العامل الرئيسي في تطور التقنية أما الاندماج التام للعلم في عملية الانتاج فتم في القرن العشرين ./

/ تنحصر علاقة العلم بأحداث هذه الفترة من الزمان في عمليات الانتاج ، فقد بدأ النظام الاجتماعي الجديد الذي يعتمد على تبادل المال في الظهور والمناداة بالحرية والعمل الحر بدلاً من القيود وعدم التحرك ومسؤولية المجتمع السائدة في

العصور الوسطى . هذا المجتمع الجديد المحصور بالطبقية والدولة كان في حاجة الى افكار وآراء جديدة ليثبت تفوقه . وقد وجدها بدرجة كبيرة في الطرق والنتائج العلمية الجديدة . ولكن حدث اثناء هذا التحول أن تأثرت هذه النظريات الجديدة بالتقاليد والمعتقدات الاجتماعية السائدة .

الثورتان الصناعية والعلمية

وفي أوائل القرن الثامن عشر ليس من الانصاف أن نفصل الثورة الصناعية عن الثورة العلمية للقرن السابع عشر ففي الحقيقة لم يحدث انفصام بينهما ، ويحسن بنا أن نعتبرهما خطوات متتالية لعملية واحدة وهي التحول الكبير ومع ذلك يخيل اليّ ان هذا التمييز هو للسهولة فقط ، ولا شك ان هناك فروقاً ظاهرة بين طبيعة الثورتين. فالتطور في الثورة الصناعية كان اساسه الادراك اما في الثورة العلمية فأساسه التطبيق . ومن الأشياء المثيرة ان تعتبر العلاقة بينهما هي علاقة العلة والمعلول ولكن العلاقة الحقيقية كما سوف ابينها هي علاقة اكثر تعقيداً ، والى مدى محدود فإن الثورتين سارتا متلازمتان يدفعهما قوى داخلية منفصلة مع انهما كثيراً ما تقابلا وخاصة في الفترة التي حدث فيها تطور سريع . وفي نهاية القرن السابع عشر ظهر عامل ثالث هو ظهور الرأسمالية في الصناعة وعلى هذا العامل الجديد يجب القاء الضوء لمعرفة أسباب التحول من العلوم الرياضية الفلكية للقرن السابع عشر الى العلوم الكيميائية الحرارية الكهربائية للقرن الثامن عشر. أرجو ان تتضح طبيعة العلاقة التي ربطت العلم والصناعة والمجتمع وسأذكر امثلة واقعية حدثت في التاريخ وذلك في الفصلين التاليين .

مراحل وأوجه التطور في الصناعة والعلم

لكي نتتبع ونتلمس هذا التفاعل خلال فترة من الزمان غنية ومعقدة دون ان نفقد الرؤ ية الى وحدة واستمرارية الأحداث التاريخية ، اجد أن احسن الطرق للوصول الى ذلك هو التقسيم المزدوج لهذه الفترة : التقسيم الزمني والموضوعي مع السماح ببعض التصنيف الخلطي . سوف نجد التصنيفين في البابين الثامن والتاسع يتبعهما النتائج العامة .

والتقسيم الزمني الذي نجده في الباب الثامن هو من الصعوبة بمكان ، حيث ان كمية المعلومات المتاحة لا تسمح إلا لتقسيم هذه الفترة الى فترات صغيرة جداً ودقيقة لصعوبة تقسيمها الى فترات تتفق في نفس الوقت مع التاريخ الاقتصادي

والسياسي والتكنيكي والعلمي ، فمثلاً سياسياً ان التقسيم الكبير الواضح هو بين الثورة الفرنسية والحروب النابوليونية وهذا لم يمنع استمرار الثورتين بل بالعكس حدث ارتفاع من قيمة النشاط العلمي ، ومن ناحية اخرى كانت الفترة بين عام ١٧٦٠ ، ١٧٧٠ نقطة تحول في التاريخ العلمي والتكنيكي ، ولكنها لم تكن ملموسة من الناحية السياسية ، وفي بعض الأحيان تطابق التقسيمان كما حدث ذلك في عام ١٨٣١ عندما التقى كل من الاصلاح في السياسة والعلم مصادفة حيث دعا الى ذلك نفس الرجال وساندتها نفس الحركات الشعبية .

اما رغبتي النهائية هي تقسيم هذه الفترة الى اربع مراحل ، المرحلة الأولى (٨ ـ ١) هي المرحلة الانتقالية أو الكامنة التي أدت الى الثورة الصناعية (١٦٩٠ ـ ١٧٦٠) والمرحلة الثانية (٨ ـ ٢ ـ ٨ ـ ٤) وتشمل الثورة الفرنسية كلها (١٧٦٠ ـ ١٨٣٠) وكانت مرحلة ثورية تكنيكية علمية بقدر ما كانت سياسية وتشمل التطورات الرئيسية في الثورة الصناعية وكذلك الثورة الكيميائية والهواء المضغوط وهي تلي في الأهمية الثورة الميكانيكية الرياضية في القرن السابع عشر .

اما المرحلة الثالثة (٨ ـ ٥ ـ ٨ ـ ٦) فحدثت في منتصف القرن التاسع عشر (١٨٣٠ ـ ١٨٧٠) وسميت بفترة ازدهار الرأسمالية . واخيراً المرحلة الرابعة (٨ ـ ٧ ـ ٨ ـ ٨) وهي مرحلة قصيرة جداً (١٨٧٠ ـ ١٨٩٥) وتتميز في العالم الخارجي بظهور الأمبراطوريات الحديثة والفترة الانتقالية في العلوم قبل الثورة العلمية الكبرى للقرن العشرين .

تشمل المرحلتان الثانية والثالثة حدثين بارزين في تطور وانتصار العلم ، اما المرحلة الأولى فجاءت بعد العصر البطولي للقرن السابع عشر وهي خلفية علمية وفترة اعداد للتطور الذي جاء بعد ذلك ، وبطريقة مختلفة كانت المرحلة الرابعة ولو ان في كلتا المرحلتين شعر العاملون فيهما أنهم جميعاً انما يكملون اقامة بناء شامخ ، كان هذا البناء الشامخ في المرحلة الأولى هو فيزياء نيوتون أما في المرحلة الثانية فكانت الأعمال الفيزيائية العظيمة لفرداي وماكسويل والأعمال البيولوجية العظيمة لدارون وباستير .

بالرغم من هذا التقسيم الزمني فإن العرض العام للعلم في تاريخه كما قدمنا في الفصول السابقة لا يكفي لاعطاء صورة صحيحة لأنظمته الحالية المتزايدة والمتفرقة ، ولهذا السبب سنحاول في الفصول القادمة تتبع التطور في خمسة مجالات

حدث فيها التطور التكنيكي والعلمي خلال القرنين الثامن والتاسع عشر / هذه المجالات هي الحرارة والطاقة (٩ ـ ١) متضمناً تاريخ الآلة البخارية (٩ـ٢) والهندسة والتعدين وبوجه خاص الحديد والصلب (٩ـ٣) ، ثم الكهرباء والمغناطيسية (٩ـ٤) ، والكيمياء واخيراً البيولوجيا (٩ـ٥) / الهدف من كل قسم من هذه الأقسام هو اظهار التحام واستمرارية الأنشطة التقليدية لبيان مدى تفاعل العوامل الاقتصادية والتكنيكية والعلميةوالعلاقات التي تربطهم بمختلف العلوم / وبعد اتمام كل من التقسيم الزمني والموضوعي سنحاول الجمع بين الطريقين لاستخلاص النتائج العامة حول مركز وتأثير العلم في تلك الفترة الهامة للتحول الاجتماعي والعلمي /

الفصل ٨
ما قبل الثورة الصناعية ونتائجها

٨ ـ ١ الفترة الأولى للقرن الثامن عشر (١٦٩٠ ـ ١٧٦٠)

كاد الحافز الذي خلق العلم في عصر النهضة ودفعه خلال منتصف القرن السابع عشر يخبو ويموت في نهايته ، وبعد سنوات قليلة من ظهور كتاب نيوتون « المبادىء Principia » عام ١٦٨٧ وربما قبل كتابته كان هناك تلكؤ ظاهر في المجهودات العلمية وضعف ، الرغبة في حب الاستطلاع ، كان هذا الميل في طريق تطور العلوم ظاهرة عامة ليس فقط في انكلترا ـ ولو ان ذلك كان طبيعياً ـ حيث كان العلم قد تقدم تقدماً ملموساً في انكلترا في بدء تأسيس الجمعية الملكية ولذلك كانت هذه الظاهرة اوضح ما يمكن هناك ، يمكن ارجاع هذه الوقفة الى اسباب داخلية في الأوساط العلمية ، ان هيبة واحترام العلم في شخص نيوتون حولت العلم الى طريق مسدود لسنوات عديدة بسبب مثالية وتكامل اعمال نيوتون والبعد الشاسع الذي كان يفصله عن اقرانه ، ويعزى هذا الركود في تقدم العلوم الى حد كبير في انكلترا والى حد صغير في البلاد الأخرى الى اسباب اجتماعية واقتصادية ، كانت الطبقة التي ساندت النهضة العلمية في القرن السابع عشر هي طبقة التجار المثقفين والذين كانوا مهتمين باستخدام طرق جديدة يستنبطها العلم في مجالات الملاحة والتجارة والصناعة ، جاء بعد هذه الطبقة جيل جديد اكثر ثراء وأقل رغبة في الكسب واكثر تواكلاً ، وجد هذا الجيل الارستقراطي ان اضمن استثمار لأموالهم هو شراء الأرض اما المخرج لرغباتهم التأملية فهي المراهنات٤٤ـ٤٦ ، اما الطبقة التي جاءت لتخلف هذا الجيل فهي طبقة الصناع الناهضة التي قامت بالثورة الصناعية فيما بعد ، ولم تكن هذه الطبقة في ذلك الوقت تدرك امكانيات العلم ولا العلم نفسه وكان كل همهم في أوائل القرن الثامن عشر تحسين الوسائل وايجاد طرق

متطورة تكنيكية للصناعة التي كانت لا تزال طرقاً يدوية تمشت لفترة ما مع ازدياد الطلب على الملابس والأدوات المصنعة .



شكل(١٤٨)

سبب وقف المراهنات كثيراً من المتاعب والتعليقات مما دعا وليم هوجارت **William Hogarth** لعمل هذه الصورة التهكمية .

انعكست هذه التغيرات على وقار العلم ومركز الجمعية الملكية ، حتى الحافز على خدمة التجارة قد خبا ومرت الجمعية نفسها بأيام عصيبة ، وعندما زار كونراد فون اوفنباخ Conrad Von Uffenbach الجمعية الملكية بكلية جريشام عام ١٧١٠ كتب عن اجهزتها العلمية وقال « ليس فقط غير مرتبة ولكن كان يكسوها التراب والفحم والدخان ، وكان الكثير منها غير سليم ومهشم » ثم يسترد فيقول « اذا سأل الزائر عن شيء يجيب المسؤول الذي يرشده بأن نصاباً قد سرقها أو يقول له سوف اريك جزءاً منها أو اجزاء مهشمة ، وهكذا كانت عنايتهم بهذه الأجهزة »٥-١٥

كانت الجمعية في ازمة مالية شديدة بسبب عدم سداد الاشتراكات التي كان يدفعها الأعضاء ٤-١٩ .

ولو ان العلم قد أصابه بعض الوهن إلا ان التقدم التكنيكي لم يتوقف ، واذا كان التقدم في أوائل القرن الثامن عشر ظهر بطيئاً فذلك بسبب مقارنته بالتقدم السريع الذي تم في فترات قصيرة بسبب الثورة الصناعية ، تعتبر بعض خطوات هذا التقدم التي حدثت في انكلترا في أوائل هذا القرن من الأهمية بمكان في مستقبل كل من الصناعة والعلم .

كانت احدى هذه الخطوات هي التطور السريع في وسائل الزراعة التي استخلصت من تلك التي كان يستخدمها الهولنديون في القرن السابع عشر والتي انتشرت بسرعة في انكلترا . زادت هذه الوسائل الجديدة من أرباح المزارع التجارية وقد ساعد على ذلك توافر رؤ وس الأموال وخاصة تلك الممولة من



شكل (١٤٩)

ان الانتقال الى النظام الاقتصادي الذي يعتمد على استخدام الفحم قلب الميزان بين شمال وجنوب انكلترا ،والذي ساعد على ذلك استخدام الآلة البخارية . هذه الصورة لعامل منجم من يوركشير مأخوذة من مجموعة لجورج ووكر George Walker طبعت عام ١٨٨٥ في ليدز .

/ التجار ورغبتهم استثمارها في شراء الأراضي كما ساعد ايضاً اتساع المدن السريع وخاصة في لندن التي هيأت أسواقاً ثابتة للقمح والخضروات واللحوم ، وفي الحقيقة كانت هذه الأسواق غير عادلة ولا رحيمة بالنسبة للفلاحين الفقراء الذين كانوا لا يزالون يستخدمون الطرق القديمة للزراعة ولا يستطيعون المنافسة٥ـ٥٧ . /

/ اما الخطوة الهامة الثانية فكانت سرعة انتشار الصناعات الثقيلة الجديدة التي تعتمد في ادارتها على الفحم مع التحسن في طرق العمل في المناجم والمواصلات وكذلك استعمال طرق جديدة لصناعة الحديد والصلب / وهنا تجدر الاشارة الى الآلة البخارية كتطور علمي وعامل اساسي في هذه الخطوة الثانية ، وقد استخدمت في نزح المناجم / لا تقل اهمية الآلة البخارية عن استعمال الحديد مع الفحم الحجري بدلاً من الخشب وهي الطريقة القديمة / هذه الطريقة الجديدة استخدمت بنجاح بواسطة كويكر ابراهيم داربيQuaker Abraham Darby عام ١٧٠٩ / كانت هذه الطرق الجديدة محدودة ومحصورة في المناجم الصغيرة ولم تصل الى مستوى الثورة الصناعية ولو انها مهدت اليها / تشير هذه المرحلة الى نقطة تحول من النظام القديم الذي كان يعتمد على اقتصاديات العصور القديمة الى نظام جديد يعتمد في اقتصادياته على مناجم الفحم ، تحول من اقتصاديات الغذاء الى اقتصاديات القوى وكما وصفها باتريك جديس Patrick Geddes انه تحول من العصر التكنيكي الأول الى العصر التكنيكي القديم٥ـ٤٩ وهذا حقيقي وينطبق فقط على التحول الذي حدث في الطرق التكنيكية حول مناجم الفحم ، اما التغيرات الجذرية فحدثت في انكلترا ، ولو ان البلاد التي كانت تنتج الحديد حدث فيها تطور في الآلات مستقلاً عن البلاد الأخرى كما حدث في طواحين بولهامر Polhammer (١٦٦١ ـ ١٧٥١) في السويد٥ـ٩٢ ، ١٢ ، ٦ـ٣٥ واستخدام الآلة البخارية في صناعة الحديد بواسطة بوليزينوفPolzunov (١٧٥٨) في الأورال٥ـ٣٢ /

/ لم يكن التحول الى الاقتصاد المبني على استخدام الفحم هو السبب في قلب الموازين بين شمال وجنوب انكلترا بل كان عاملاً رئيسياً في سرعة تألق نجم اسكتلندا كقوة صناعية مثقفة٥ـ٤ / بالرغم من ان اسكتلندا كانت متمسكة بتقاليدها القديمة وبالرغم من حركات كالفن في القرن السادس عشر لم تساير حركات التطور في القرن السابع عشر ، حيث انها كانت تفتقد عناصر قيام الثورة الصناعية / تغير الوضع بمجرد ظهور الفحم كقوة دافعة / ساعد الفقر المدقع مع الأمية الشائعة في اسكتلندا وكذلك مبادىء البيوريتان على تقبل خطوات التطور

/ دون رجعة الى الماضي كما حدث في انكلترا باللامبالاة والجهل السائدين /



شكل (١٥٠)

كانت العلوم الكهربائية هي وسائل التسلية في القصور الملكية الفرنسية /هذه الصورة من كتاب « بحوث في المظاهر الكهربائية الخاصة » لمؤلفه Abbé Nollet (١٧٠٠ - ١٧٧٠) ظهر عام ١٧٥٣ / في الجانب الأيمن من الأسفل آلة كهربائية والخطوط المتقطعة تشير الى شحنات كهربائية اما السلسلة فهي لتوصيل هذه الشحنات ذات التيار العالي الى الأشياء المعلقة بخيط من الحرير /

ومن خلال مبادىء كلفن حدث اتصال ثقافي بين اسكتلندا وهولندا وخاصة جامعة ليدن Leyden التي أمدتها بالرجال المدربين وخاصة في الطب والكيمياء. كان لأعمال بورهاف Boerhaave (١٦٦٨ - ١٧٣٨) وهو تابع فان هلمونت Van Helmont استاذ معظم الكيماويين في اوروبا الأثر الأكبر في اسكتلندا حيث اخذ تلاميذه مقاليد القيادة في ادخال العلوم في جامعاتها. كانت جامعات اسكتلندا في القرن الثامن عشر تختلف عن جامعات انكلترا حيث كانت مراكز اشعاع للتقدم العلمي وكان شعارها التحام النظرية بالتجربة٥-٦٦.

العلم هو السائد في فرنسا: الفلاسفة

بينما كانت اسكتلندا وانكلترا تقتربان بسرعة من الثورة الصناعية كانت فرنسا لا تزال متمسكة بالوسائل الصناعية القديمة، ولكن كان هناك نمو مستمر في الصناعات اليدوية الدقيقة مع التخصص في نوع العمل مع الزيادة في الانتاج اكثر من انكلترا، ولكن بالرغم من ذلك لم تكن هناك خطوات لاستعمال الآلات التي تنتج الكميات الكبيرة إلا في بعض المجالات مثل محطات تزويد المدينة بالماء.

كانت هذه الفترة من التاريخ في فرنسا فترة صعود مفاجىء في النشاطات العلمية ولو ان ذلك الصعود اختلف اختلافاً جوهرياً عنه في انكلترا، حيث كان اساساً تعبيراً عن الاهتمامات والميول لأفراد الطبقة الأرستقراطية، وليس كما كان في انكلترا حيث كانوا مرتبطين بالطبقة الحاكمة ومحصورين في القصور الملكية. ومن ناحية اخرى كان تعبيراً آخر عن عدم الرضى بشؤون الطبقة المتوسطة الصاعدة التي كان يتزعمها في فرنسا الاداريون والمهنيون. كان العلم هو الموضة والثورة في نفس الوقت، ومن المصادفات ان يكون الرجل الذي ادخل فلسفة نيوتون في فرنسا هو فولتير Voltaire (١٦٩٤ - ١٧٧٨) نفسه٥-٧٧.

كان مجهود هواة العلم والفلاسفة الطبيعيين منصباً على نقد المؤسسات الموجودة والتي كان كل همها عرقلة النمو السياسي والاقتصادي للدولة. كانت هناك رغبة متزايدة في نمو الصناعة ولكنها كانت تختلف عنها في انكلترا فقد كانت امتداداً للنمط الذي كانت عليه في القرن السابع عشر. فمثلاً ريومير Reaumur (١٦٨٣ - ١٧٥٧) كانت له آراء ذكية ورغبات عديدة فقد اجرى عدة تجارب على صناعة الصلب في الفترة ما بين عام ١٧١٠ - ١٧٢٠ ، ولكن لعدم وجود تجاوب من المسؤولين في صناعة الصلب لم تؤد اكتشافاته الى قيام صناعة

كبيرة للصلب في فرنسا ولم تجن انكلترا ثمار هذه الاكتشافات إلا بعد مرور مائة عام.

انتشار العلم في اوروبا ـ بروسيا ـ السويد ـ روسيا

انتشرت في هذه الفترة الرغبة في اقتناء العلم في البلاد الأوروبية الأخرى غير فرنسا وانكلترا وهولندا التي احتكرته خلال القرن السابع عشر، تأسست اكاديميات علمية على غرار الأكاديميات الانكليزية والفرنسية في المانيا والنمسا نتيجة مجهودات ليبنز Leibniz الفيلسوف العالمي ورعاية ملك بروسيا فردريك الأكبر الملك العالم والشاعر وفي منتصف هذا القرن اصبح لكل قصر ملكي اكاديمية للعلوم والفنون حيث كان يعيش العلماء يتنافسون لارضاء الأمراء بتنظيم القصائد التي تسبح بحمدهم والثناء عليهم أو بعمل بعض التجارب لتسليتهم(*)(٩).

اكدت دول شمال أوروبا مثل السويد وروسيا اهميتها الحربية والاقتصادية بانشاء الأكاديميات العلمية وكانت مهمة هذه الأكاديميات تختلف عن مهمتها في الدول الأوروبية الأخرى فكانت اهتماماتها بالدراسات العلمية للموارد الطبيعية كالخشب والقار والكتان وكذلك الحديد والمعادن الأخرى اللازمة لحركة الملاحة التي بدأت في الانتشار لاكتشاف موارد جديدة.

ادخل بطرس الأكبر العلم في روسيا كأداة لاستقلال روسيا من الناحيتين الاقتصادية والعسكرية٥ـ١٣٥ وكان عليه في بادىء الأمر الاستعانة بالعلماء الأجانب الألمان والفرنسيين، وانضم اليهم العالم الرياضي السويدي الذائع الصيت في ذلك الوقت أولر Euler (١٧٠٧ ـ ١٧٨٣) لكي ينشىء هيئة وطنية علمية حقيقية، لم يكتب النجاح لهذه الهيئة إلا بعد حكمه وفي حياة عملاق القرن الثامن عشر ميشيل لومنسوف Michael Lomonsov (١٧١١ ـ ١٧٦٥) هذا الشاعر وعالم الفيزياء التكنيكي وهو أول مجموعة العلماء الروس العظام (ص ٦٢٠)٥ـ٨٥، ١٠٣.

اقرار العلم ـ تأثير نيوتون

لا غرابة ان تكون خطوات تطور العلم خلال القرن الثامن عشر وتحت هذه التغيرات الاجتماعية والثقافية مختلفة تماماً عن خطواته خلال القرن السابع عشر، ففي هذا القرن الذي ساده حكم الشعب لم يكن التركيز على المنفعة شديداً ـ ولو ان

ذلك كان دائمًا موجوداً ـ كما تبين ذلك بحوث ريومير Reaumur وهال Hale، وقد ظهر ذلك بوضوح اكثر من أي وقت مضى في أواخر هذا القرن، وفي اول الأمر ظهرت أهمية العلم كأداة للتسلية والترفيه والاستزادة من المعلومات وانتهت معاركه مع الكنيسة بحيث اصبحت الكنيستان البروتستانتية والكاثوليكية اكثر تسامحاً وغير مكترثتين به بمضي الزمن، وبذلك اصبح العلم مؤسسة تمتلك تقاليداً ومقومات داخلية.

وشكراً لنيوتون لتثبيت اقدام علم الفلك الرياضي كأول فرع للعلم يخطو بخطوات سريعة بنجاح كبير في فرنسا عنه في انكلترا حيث كانت الحرية الفردية مقيدة ومشلولة، وفي الحقيقة لم تتم أي اضافات الى نظرية نيوتون من الناحية الفيزيائية الا تعميم الأسس الميكانيكية وضمها الى الرياضيات الحديثة لليبنز Leibniz الذي اثبت ان بذلك يمكن حل كثير من المشاكل التي نشأت في فروع الفيزياء وخاصة الدراسات المتعلقة بالكهرباء والحرارة. كانت هذه النتائج الميكانيكية التي استنبطها العلماء أولر Euler والمبرت d'Alembert وموبيرتيس Maupertius ولاجرانج Lagrange ولابلاس Laplace هي الأسس التي قامت عليها ثورة الفيزياء في القرن العشرين .

الاهتمامات الجديدة ـ الكهرباء والنبات

ولو ان هذه الدراسات اكدت احترام وتقدير العلم إلا ان التقدم الهام لم يكن في تعميق البحث ولكن في التوسع في مجالاته، كانت أهم انجازات العلم في اوائل ومنتصف القرن الثامن عشر في مجال الكهرباء وعلم النبات، والأول اضافة جديدة للعلم/اما الثاني فإضافة وتشكيل جديد لأقدم العلوم الانسانية / وكلا العلمين ابتدعا عن الانحناءة الرياضية والميكانيكية التي كانت شائعة في القرن السابع عشر واتجها نحو مجالات كثيرة التنوع واقل عنفاً.

بدأت دراسة الكهرباء كموضوع للتسلية في اوقات الفراغ بعمل تجارب مدهشة، كان فرنكلن هو الذي اخترع موصل الصواعق لوقاية المباني من اخطارها، وفي الواقع هو الذي جذب الكهرباء نحو الأرض، وتنبأ، بمستقبلها الهام، اما علم النبات فقد تحرر خلال القرن الثامن عشر من قيد العشابين الذين كانوا يجمعون الأعشاب وهي مصدر الدواء عند الأطباء / وبفضل لينيس والهامه ورحلاته المتعددة انتشر علم النبات في كل مكان وعزز اتجاهات الطبقة

الارستقراطية والطبقة البرجوازية نحو الطبيعة .

ومع الاهتمام بالنباتات جاء الاهتمام بالمجموعات الأخرى من العملات والحفريات والمعادن لتزين خزانات النبلاء وبعد ذلك المتاحف ومن امناء المتاحف تكونت مجموعة جديدة من العلماء تجمع الأغنياء مثل السير هانز سلون Sir Hans Sloane (١٦٦٠ ـ ١٧٥٣) وكانت مجموعته العظيمة نواة المتحف البريطاني والفقراء مثل راسب Raspe (١٧٣٧- ١٧٩٤) مؤلف قصص البارون مونشوزن Baron Munchausen's Tales ٥-٢٦.

النظام الجديد في الفلسفة

تميز أول القرن الثامن عشر بالتأمل واستيعاب المنجزات العديدة التي تمت في القرن السابع عشر، كان على فلاسفة هذا القرن اثبات ان البديل لصورة الكون المستقاة من المعتقدات الدينية الكلاسيكية هو منجزات الملهمين بيكون وديكارت والتي تنادي بانتصار العلم الجديد اما فلاسفة القرن الثامن عشر فأخذوا الصورة العلمية للكون التي وضعها نيوتون دون جدل ، ولا مناقشة ، وكانت مهمتهم نشرها والتوفيق بين نتائجها ، واكثر من ذلك التوفيق بين الاتجاهات العقلية والنظم السياسية والاقتصادية الجديدة والتي بدأت في الظهور في ذلك الوقت .

وفي أول الأمر كانوا ينادون بموافقتهم للوضع الجديد ، فلوقا Lucke نفسه كان طبيباً وعالماً ولم يشغل نفسه إلا قليلاً بالظواهر الخارقة للطبيعة مستحسناً حكم القانون ـ قانون نيوتون العلمي والقانون المدني الذي وضعه دستور الثورة عام ١٦٨٨ ، كان ليبنز مع كل عطائه الرياضي والفلسفي ودعوته للسلام الأوروبي مفكراً كمفكري القرون الوسطى فهو الذي اقترح مذهب « الحياة قبل الوجود » «Pre existing order» ويختلف هذا المذهب اختلافاً بسيطاً عن العناية الإلهية لرجال الدين وكان يبشر بالحقيقة التي تقول «ان كل شيء موجود على احسن ما يكون »٥-٨٦ .

ومع ذلك لم يدم حال العالم على ما هو عليه فقد شعر الفلاسفة ان هناك خطأ في هذه الحياة المتواكلة اما الرجل المثالي الايرلندي بركلي Berkeley فقد انكر حقيقة الحياة وكذلك العلم إلا من عينْ الخالق لم يحدث هذا الرأي تأثيراً كبيراً في ذلك الوقت ولكن كان مركز تفاعل في القرن العشرين استطاع هيوم Hume وهو احد الذين كانوا يعتنقون مذهب الشك (في الفلسفة) ان يثبت اننا لا نستطيع



شكل (١٥١)

ادى اكتشاف بنجامين فرنكلن Benjamin Franklin لموصل الصواعق الى اختراعات عديدة، فقد اخترع جاك باربيدوبرج Jacques Barbeudubourg عضو الأكاديمية الفرنسية مانعاً للصواعق يحمل على هيئة مظلة ـ من كتاب عجائب العلم لمؤلفه لويس فيجير Louis Figuier

معرفة أي شيء بالتأكيد وخاصة الأمور المتعلقة بالدين ، أما فولتير Voltaire الساخر فذهب الى ابعد من ذلك فهاجم الكنيسة نفسها باسم السبب والخير ، وبانتهاء هذا القرن اتجه الفلاسفة نحو الشؤون الاجتماعية والاقتصادية شيئاً فشيئاً ممهدين الطريق للثورة الفرنسية .

٨ ـ ٢ العلم والثورات ١٧٦٠ ـ ١٨٣٠

تشغل المرحلة الثانية من فترتنا الزمنية هذه سبعين عاماً حاسمة في تاريخ العلم كما كانت في السياسة ، وتشبه هذه المرحلة في اهميتها العلمية القرن السابع عشر إلا انها تفوقه في تأثيراتها ونتائجها المباشرة والعملية ، فتشمل الثورة الصناعية في انكلترا والثورة السياسية في فرنسا وامريكا ، تقسم هذه الثورات هذه المرحلة الى جزءين مع استمرار تطور العلم والتكنولوجيا خلال سنواتها السبعين ، عاصر الجزء الأول (١٧٦٠ ـ ١٨٠٠) كل هذه الأحداث بالاضافة الى ثورة الهواء المضغوط واكتشاف التيار الكهربائي اللذين باتحادهما وضعا اسس الكيمياء الحديثة ، اما الجزء الثاني ١٨٠٠ ـ ١٨٣٠ ولو ان هذه الفترة كانت أقل انتاجاً من الفترة الأولى من الناحيتين العلمية والسياسية إلا انها بقيت قوية ، انتشر فيها العلم في كل مجالات النشاطات الانسانية .

ان العلاقات التي تمت بين كل هذه التغيرات الاجتماعية لم تكن وليدة الصدفة ، ففي الحقيقة ان النظرة الفاحصة لهذه التغيرات تبين التشابك الدقيق بين العلم والتكنولوجيا والاقتصاد والسياسة في نظام واحد هو التغير في الثقافة ، هذه الفترة الزمنية هي فترة حرجة في تطور الانسانية حيث كانت هي الفترة التي تم للانسان فيها السيادة على الطبيعة عندما حلت الآلة البخارية محل سواعد الانسان وقوى الرياح والماء مكان القوى الضعيفة للانسان ، اما التحولات الجذرية التي حدثت خلال القرنين السادس والسابع عشر والتي ثبتت اقدامها في القرن الثامن عشر هما مولد العلم التجريبي الكمي وطريقة الانتاج الرأسمالي ، عندما ظهرا في أول الأمر استمرا منفصلين٤ـ١٠١ وكانت اكثر التطبيقات العملية للعلم في مجال الملاحة وهو العامل الرئيسي لنمو التجارة ، اما علاقة العلم بالانتاج فكانت غير مباشرة ، ساهم علماء القرن السابع عشر بقسط بسيط في الحياة العملية وتطبيقات العلم فقد كانوا متجمعين في جمعياتهم واكاديمياتهم العلمية ، وكانت مهمتهم تحسين طرق الصناعة والزراعة فقط وعلى عكس ذلك جاء علماء القرن الثامن عشر وتعاونوا مع انفسهم ومع الأثرياء ، كان

من نتيجة اتحادهم وتعاونهم هذا التحول العظيم في تاريخ البشرية .

ولو ان هناك العديد من التفسيرات والتحليلات للتغيرات السياسية والاقتصادية والتكنيكية والعلمية التي تمت خلال القرن الثامن عشر إلا ان هذه البحوث بقيت متفرقة وفي حاجة الى تجمعها واعادة كتابتها ، ومن المستحيل خوضها هنا لضيق المكان ، واحسن ما يمكن عمله هو محاولة وضع الانجازات العلمية في محلها بالنسبة الى التغيرات الاقتصادية والسياسية في المجتمع المعاصر والبحث في مدى تأثرها بالعلم وتأثر العلم نفسه بها .

الثورة الصناعية

الثورة الصناعية هو الاسم الذي وضعه لأول مرة انجلز Engels منذ عام ١٨٤٤، ٥-٤٥، ولو ان توينبي Toynbee كرّسه بعد ذلك ولا يوجد افضل من لفظ الثورة يمكن وضعه لوصف هذا التغير العظيم في الانتاج في مجالات الصناعة عندما بدأت فالمنتجات القطنية زادت خمس مرات بين عام ١٧٦٦-١٧٨٧(*)(١٠)٥-١٩ وكان تأثير ذلك على التجارة والزراعة والحياة بوجه عام مؤكداً وسريعاً وأينما مس هذا التأثير قطراً جديداً كانت هناك حركات ضد وسائل الانتاج القديمة .

كانت الثورة الصناعية محدودة ومحصورة في مكان نشأتها حيث تمت أهم تطوراتها في وسط وشمال انكلترا وخاصة في المناطق القريبة من برمنجهام ومانشستر وليدز ونيوكاسل وجلاسجو ولو ان الحدث نفسه كانت له كل مظاهر الانفجار نتيجة تكاثف الأسباب التي حددت الزمان والمكان لحددته ، فقد بقي الفصل الأخير في الزيادة الهائلة في الانتاج التي فاقت الانتاج في السبعين سنة السابقة أو اكثر ومن الناحية الاقتصادية يمكن القول بأن ذلك كان نتيجة الزيادة المستمرة في استهلاك المنتجات وخاصة المنسوجات وهي نتيجة مباشرة لامتداد الملاحة وانتشار حركة الاستعمار في القرن السابع عشر .

الفحم والحديد

حالف تكاثف الظروف الاقتصادية والسياسية التي أدت الى التغير الجذري في الانتاج انكلترا وليس فرنسا وذلك لأسباب منها ان في انكلترا استطاعت الصناعة التطور بحرية لتجيب كل الطلبات حيث كانت المجتمعات الاقطاعية

والملكية قد قضي عليها بعد قيام الثورات في القرن السابع عشر. اما السبب الآخر في تفوق انكلترا على فرنسا في قيام الثورة الصناعية هو نقص انتاج الخشب وهو الوقود الأساسي بل العنصر الضروري في كل المدنيات القديمة. كان هذا هو السبب في ضرورة استخدام الفحم كوقود ولو انه اقل كفاءة من الخشب إلا انه كان ارخص ثمناً ، ثم جاء بعد ذلك استخدام الحديد الزهر الغالي الثمن ولكنه المادة الأفضل في الصناعات ، وقد زاد انتاجه زيادة كبيرة وسريعة في أواخر القرن الثامن عشر كما تطورت الآلات ووسائل التثقيب وصناعة المعادن / شكراً للانجازات العلمية وخاصة تلك التي انجزها رجال امثال رويبك Roebuck وبلاك Black وسميتون Smeaton ووات Watt وكذلك التطور في طرق المواصلات وخاصة القنوات المائية ./

ميكنة صناعة المنسوجات

لم تولد الثورة الصناعية نتيجة للتطور في الصناعات الثقيلة ولا في المواصلات إنما ولدت ولم تكن تستطيع ذلك إلا نتيجة تطور الصناعة الرئيسية للدولة، وكل الدول في ذلك الوقت وهي صناعة المنسوجات/ وبازدياد الطلب داخلياً وخارجياً على الملبوسات لم تستطع الصناعة التي كان يمتلكها التجار القدامى والنقابيون ان تتسع بالسرعة المطلوبة وظلت محصورة في جنوب انكلترا ، وأدى انخفاض الأجور وحرية التعامل والتخلص من القيود الموضوعة الى انتقالها الى شمال انكلترا / فبدأت أولاً في يوركشير٥-٣١ ، ثم لانكشير حيث وجدت مزايا جديدة مثل مساقط المياه واستخدامها في بعض العمليات مثل تبييض الأقمشة وكذلك الفحم في عمليات الغسيل والصباغة . . . بمجيء عام ١٧٥٠ بدأت الصناعة في التعامل مع الياف جديدة وهي القطن وكانت المصنوعات القطنية تستورد من الهند / ولما توقف استيرادها بناء على اقتراح الغزالين زاد الطلب عليها مما أدى الى صناعتها محلياً وزراعة القطن في المزارع الأمريكية المكتشفة حديثاً ./ اقتدت صناعة الملابس القطنية استعمال وسائل تكنيكية مختلفة عن التي كانت تستخدم في تجهيز الملابس الصوفية / وبدأت الصناعات القطنية في الأحياء الفقيرة في لانكشير حيث كانت الطبيعة مهيأة لقيام هذه الصناعة لرطوبة جوها ، وهناك زاد الطلب على غزل القطن بحيث لم تستطع آلات النسيج اليدوية القديمة الوفاء بجميع الطلبات / كانت هناك مجالات لاستعمال الآلات في عمليات النسيج في بعض الأماكن المنعزلة كمصنع الجوارب ومصنع الحرير ، ولم تستطع

هذه الصناعات الانتشار حيث كانت منتجاتها محدودة وتعرض في أسواق خاصة ، اما في الصناعات القطنية فكان استبدال المغازل اليدوية بالآلية امراً ضرورياً وأدى زيادة انتاج الآلات الى انتشارها والى زيادة الطاقة المتدفقة من المصانع ، وفي عام ١٧٨٥ اتخذت الخطوة الأخيرة عندما استخدمت الآلة البخارية التي اخترعها وات Watt . »



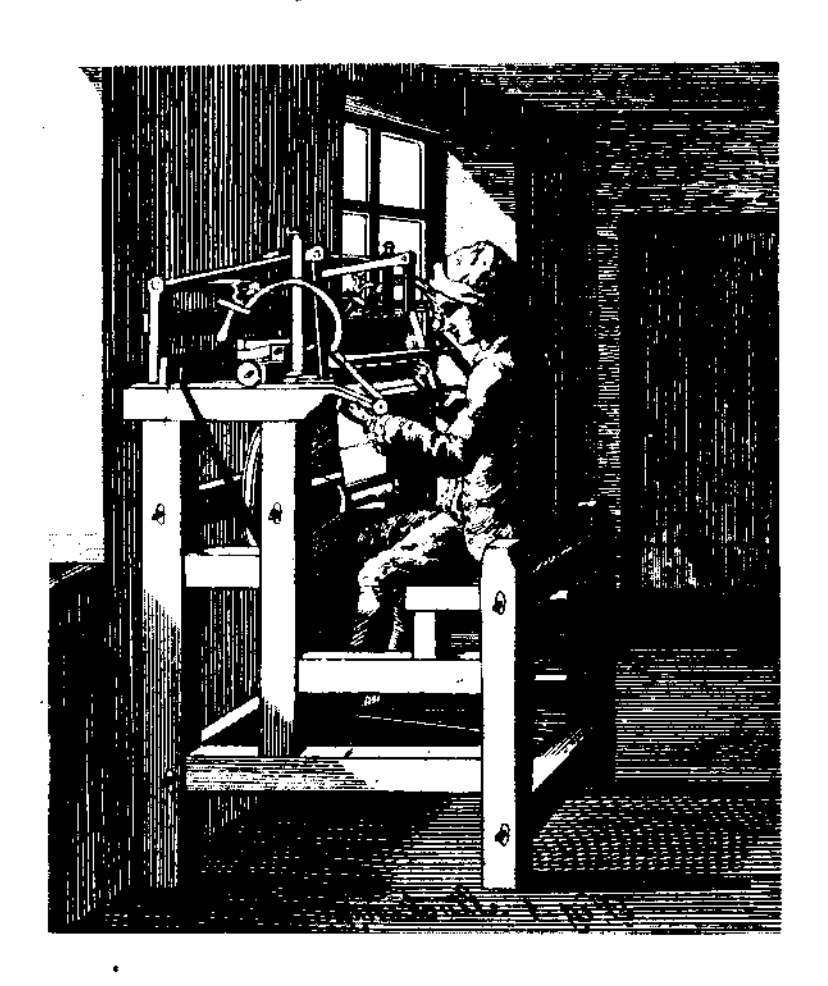
شكل (١٥٢)

القاعة الكبرى في مصنع الكتان في ليدز عام ١٧٧٠ تبين الآلات التي تدار بالسيور . من كتاب « الصناعات الكبرى في بريطانيا » .

الرأسمال الصناعي

كانت الثورة في صناعة المنسوجات التي امتدت وتطورت باستخدام الأنوال الآلية لكارترايت Cartwright وشملت صناعة الصوف والكتان والقطن

ثورة تكنيكية فقط . لم يكتمل لهذه الثورة النجاح إلا بفضل التغير في الأحوال الاجتماعية والاقتصادية في القرن الثامن عشر والتي مهدت الى التغير الأكبر في



شكل (١٥٣)

عامل جالس أمام آلة لصنع الجوارب من « القاموس الكامل للفنون والعلوم » تأليف تمبل هنري Temple Henry وتوماس وليم ThomasWilliams وصمويل كلارك Samuel Clark لندن عام ١٧٦٤ .

/ القرن العشرين / كان لا بد للثورة من أن تبدأ باندماج رأس المال والعمالة ، لأن كلا منهما في ذلك الوقت بدأ في الظهور والاستقرار / بدأت رؤوس الأموال تتكّون من ارباح التجار في القرن السالف والتي بدأت تنزح موارد البلاد المكتشفة حديثاً من مناجم ومزارع والتي كانت تدار بسواعد العبيد أو الأسلاب التي كانت تجلب من الهند٤ـ٥، ٥ـ١١٩ / اما العمالة فبدأت في التحرر خلال تجمع العمال وانتهاء نفوذ النقابات بقيودها التي كانت سائدة في القرون الوسطى حيث كان العمال يعملون ساعات اكثر باجور أقل / وفي أول الأمر لم يتم إلا القليل من ذلك حيث كان الدافع الى استخدام الآلات هو التقليل من عناء العمال وخاصة تلك الأعمال التي كانت تدار بالعمال غير المهرة وخاصة النساء والأطفال٥ـ٥٦ / حدث بعد ذلك نتيجة جلب العمال الفقراء من ايرلندا ان كثر عددهم واصبح هناك فائض منهم / وبدلاً من استخدام الاختراعات الحديثة التي تدفقت على المنطقة توسعوا في الآلات الموجودة مع تطويرها بدلاً من استبدالها . /

/ **التركيز على الصناعة**

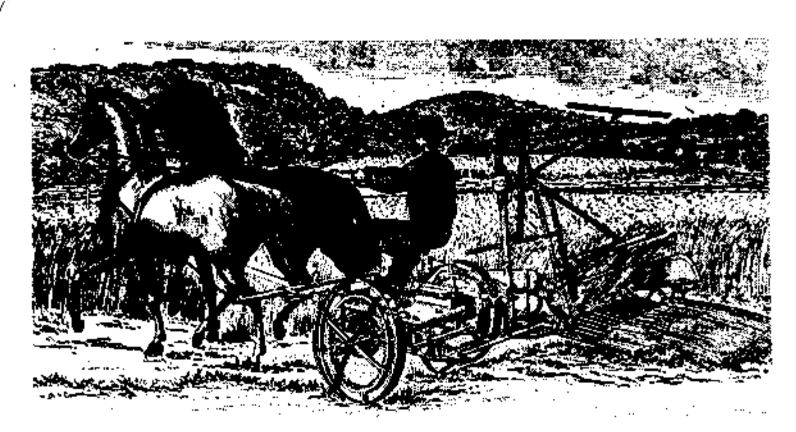
اكدت صناعة المنسوجات قيام الثورة الصناعية في الظروف الملائمة التي توافرت في انكلترا / فمن ناحية حفزت تجارة آلات النسيج والمنسوجات بأنواعها الصناعات الحديدية والكيميائية ، بينما أدت كل هذه الصناعة الى طلب المزيد من الفحم الذي بدوره تطلب تطوراً جديداً في وسائل البحث عنه في المناجم ووسائل المواصلات / وشكراً لاختراع داربي Darby فقد ساعد على الحصول على الحديد الذي ظهر بكميات كبيرة اما النقص فكان في الحديد المطاوع ولكن استطاعوا التغلب على ذلك باستعمال طريقة كورت Cort وهي تحريك خام الحديد المنصهر بآلة خاصة لانتاج الحديد المطاوع (Puddling) والتي استخدمت عام ١٧٨٤ وسوف نشرح المظاهر العلمية والتكنيكية لهذه التغيرات في الفصول القادمة / ولكن من الضروري هنا الاشارة مرة اخرى الى انتهاء عصر الخشب وقيام عصر الحديد أي انتقال صناعة الحديد من الغابات الى مناجم الفحم حيث تركزت كثير من الصناعت الأخرى /

/ كان التركيز هو ميزة الثورة الصناعية ، وكان من الضروري انتشار الصناعات المنزلية الاقطاعية وكذلك صناعات المدينة في ممالك عديدة . احتضنت الصناعات الميكانيكية الجديدة مناجم الفحم من البداية كما احتكرت

المدن الصناعية الجديدة مثل مانشستر وبرمنجهام ونيوكاسل وجلاسجو معظم المنتجات الجديدة(*)(١١) اثرت هذه المدن الصناعية النامية تأثيراً كبيراً على غيرها من المدن بمنتجاتها الرخيصة التي قضت على الصناعات المنزلية من ناحية وبحاجتها الى العمال والغذاء من ناحية اخرى٥-٢٢١، ٢، ١٠، ٥٦ /.

الثورة الزراعية

شجع تزايد الطلب على العمال والغذاء اصحاب الأراضي والمزارعين الجدد على زراعة المحاصيل ذات الكسب السريع وقد حل هؤلاء محل الفلاحين في الحصول على رزقهم من الزراعة في معظم انحاء انكلترا / وكانت الثورة الزراعية خليط من عمليات التهجين وتطبيق الدورة الزراعية مع الميكنة الزراعية التي بدأت باستخدام آلات الحرث وآلات تسوية الأرض التي تجر بالأحصنة٥-١٢ ، وقد هيأ لقيام الثورة الصناعية قليل من المغامرين الذين يبغون التطور في أوائل القرن الثامن عشر بادخال التجارب الهولندية / ولكنها لم تظهر إلا بعد أن هيأت الصناعة اسواقاً جديدة للحبوب واللحوم كما انها وفرت الآلات وكذلك القوى لكي تستطيع الثورة الزراعية ان تستمر ، وكما حدث في الثورة الصناعية كانت الثورة الزراعية عنواناً للتغير الجذري في الأمور الانسانية ، وكلما



شكل (١٥٤)

الزراعة الآلية في الولايات المتحدة «من القاموس العملي للميكنة» تأليف أدوارد نيت Edward H. Knight ماسوشست ١٨٧٠.

تقدمت الثورة قل الطلب على العمال الأمر الذي أدى الى هجرة السكان الى المدن ، وسرعان ما انتقلت الميكنة الزراعية من انكلترا الى امريكا حيث الأراضي المتسعة البكر وبعد ذلك بسنوات عديدة الى المساحات الزراعية المكتظة بالسكان في اوروبا ، لم يقتصر الاهتمام بالزراعة على المناطق المعتدلة بل انتقل الى المناطق الاستوائية ، وكثرت الرحلات الى هذه المناطق لاكتشاف محاصيل جديدة ، ولم تصبح هذه الرحلات مخاطرات قراصنة كما كانت في القرن السابع عشر ، بل اصبحت رحلات منظمة علمية تتنافس فيها الدول سياسياً ، ومن المكتشفين المشهورين في العالم كوك Cook (١٧٢٨- ١٧٧٩) وبوجينفيل Bougainville (١٧٢٩ - ١٨١١) وبيروس Perouse (١٧٤١ - ١٧٨٨) وحتى رحلة بونتي المنكوبة Bounty في عام ١٧٨٩ كان الغرض منها ادخال اشجار ثمار الخبز Bread Fruit من البحار الجنوبية الى جزر الهند الغربية٥-١٣٦ .

مؤسسو الثورة الصناعية

لم تعتمد الثورة الصناعية في نجاحها على الانجازات العملية بل على اختراعات الحرفيين ، وقد ساعدهم على ذلك الظروف الاقتصادية الملائمة غير المنتظرة ، وفي الحقيقة قامت صناعة المنسوجات وتمركزت دون اي تطبيقات أو أسس علمية ، وكانت اهميتها الحقيقية هي انبثاق عامل اجتماعي جديد ، كان هناك الحرفي برأس ماله الصغير الذي جمعه نتيجة مجهوده أو عن طريق الاقتراض لأول مرة مطالباً بالتغير وتوجيه حركة الانتاج الى « وجهتها الثورية الصحيحة » كما سماها ماركس Marx ٤-٥،١٢٣ ضد سيادة تجار الانتاج الذين كانوا يستخدمون قلة من الحرفيين .

قوة البخار

بالرغم من قصور الآلة البخارية والطاقة التي تهيؤها بغير حدود ، لم تستطع الثورة الصناعية التقدم الى الأمام اكثر من سرعة انتاج المنسوجات في المناطق الرطبة مثل لانكشير ويوركشير أو تنجز اكثر مما انجزته مثيلتها في الصين التي بدأت قبلها بأجيال عديدة إلا بقدر قليل ، كان لاستخدام الآلة البخارية كطاقة في انتاج المنسوجات السبب في ادماج الصناعات الثقيلة والخفيفة وخلق هذا المركب الصناعي الجديد الذي انتشر من موطنه في انكلترا الى جميع اجزاء العالم . والآن يمكن القول بأن الآلة البخارية انما هي تطبيق عملي لفكر علمي

يقظ ، ولهذا فقد لعب العلم دوراً اساسياً في الثورة الصناعية .

ومن ناحية اخرى ادت الثورة الصناعية بدورها الى تنشيط ومساندة البحوث العلمية . كان هذا الترابط شديداً في المجالات التي اوجدتها الثورة الصناعية . لم يحدث هذا في انكلترا واسكتلندا وفرنسا فقط ولكن حدث ايضاً في روسيا وايطاليا والمانيا وبمضي الزمن انتشرت فكرة الاستعانة بالعلم لتطور الفنون والصناعة وخاصة بين الطبقة البرجوازية الجديدة وكذلك بين الطبقة الأرستقراطية والحكام امثال كاترين الكبيرة وجوزيف الثاني في النمسا . كان الاهتمام بالعلم في هذا القرن مختلفاً تماماً عنه في القرن السابق حيث كان اساسه انجازات في الانتاج مذاقها الثورة .

العلم في المناطق الصناعية : الموسوعات (دوائر المعارف)

من مميزات القرن الثامن عشر في بريطانيا ان احياء العلوم لم يجيء من اكسفورد وكمبردج ولندن كما حدث في القرن السابع عشر بل من مدن كليدز وجلاسجو وادنبرج ومانشستر وخاصة من برمنجهام(*)(١٢) التي اصبحت مركز العلم المرموق الذائع الصيت . وفي فرنسا حيث قامت مثل هذه الحركة بمساندة النظم السياسية والاجتماعية القديمة . ادت مجهودات كل العقول المتطورة المخلاص منها الى قيام الثورة الفرنسية . اما اثر هذه الحركة الباقي هو « دائرة المعارف العلمية الكبيرة » وكذلك دائرة الفنون والحرف وظهرت في ٢٨ مجلداً من عام ١٧٥١ ـ ١٧٧٢ ، وشكراً للعاملين ديديروت Diderot (١٧١٣ ـ ١٧٨٤) ودالمبرت D'Alembert (١٧١٧ ـ ١٧٨٣) اللذين ساهما في اخراج الموسوعتين واشترك فيهما معظم فلاسفة ذلك العصر واصبحتا انجيل الليبرالية والتقدمية موحدة بين الأفكار الحرة والعلم والصناعة واطلاق الحريات .

بنجامين فرنكلين :

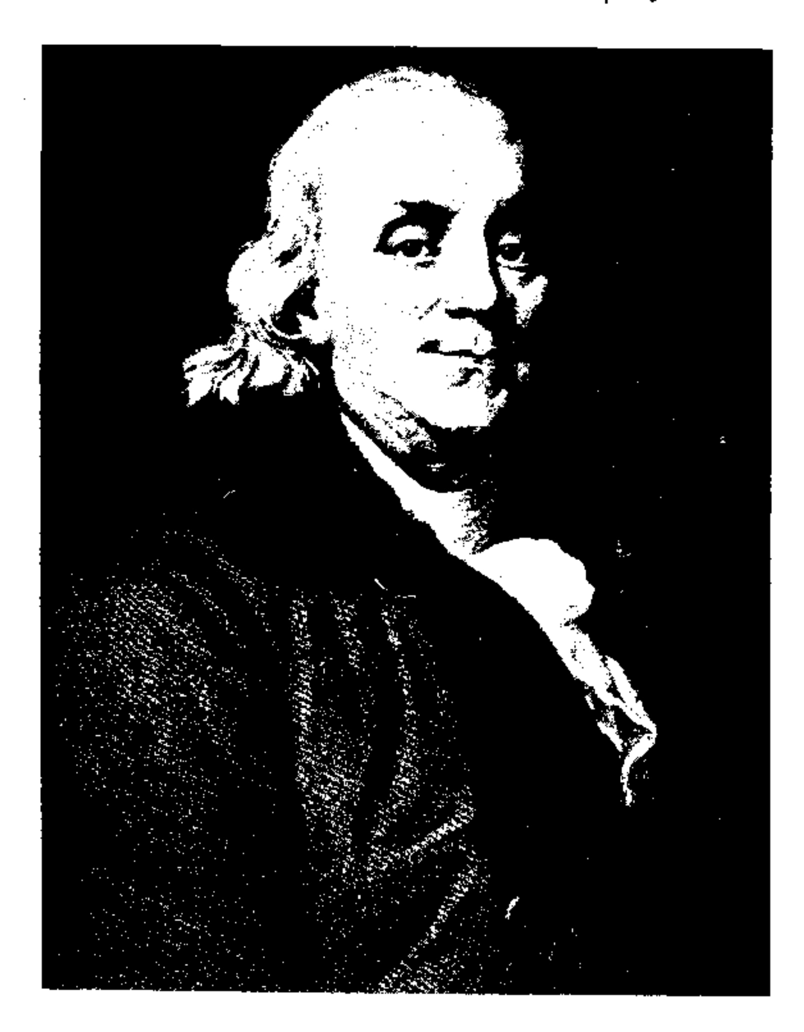
كان بنجامين فرنكلين Benjamin Franklin هو النبي النابغ الذي سبق وبشر بالتحول الجديد اكثر صدقاً من كاننج Canning ، ويمكن القول بأنه هو الذي « أتى الى الدنيا الجديدة لتقويم ميزان الماضي » . وُلد بنجامين فرنكلين عام ١٧٠٦ وهو ابن صانع شموع فقير من بوستن تتلمذ على يدي عامل طباعة وناشر عندما كان عمره اثنتي عشرة سنة ثم هجرها الى فيلادلفيا في السابع عشر من عمره ليستقر فيها . ارسل بنجامين فرنكلين الى انكلترا في رحلة صيد لصيد الأوز البري حيث اعال نفسه كعامل طباعة واستطاع ان يلم



شكل (١٥٥)

صورة الغلاف لموسوعة دنيس ديديروت Denis Diderot (١٧١٣ ـ ١٧٨٤) التي ظهرت بين عامي (١٧٥١ ـ ١٧٧٢) كانت هذه الأجزاء عبارة عن شروح كاملة للتجارة والحرف والمعتقدات والتعليق عليها وعلى جميع فروع المعرفة. وقد قوبلت في اول الأمر بغير ارتياح من المسؤولين وهوجمت من العناصر الهدامة ولكن احدث نشرها تحريراً للأفكار من التحيز والجهل.

الماماً تاماً بالمعلومات العلمية والسياسية المعاصرة. وفي عام ١٧٢٦ رجع الى فيلادلفيا حيث وضع اسس النظرية الكهربائية واخترع موصل الصواعق والكرسي الهزاز والموقد الحديد. وفي عام ١٧٤٣ انشأ أول جمعية امريكية للفلسفة واصبح مديراً لمكتب



شكل (١٥٦)

بنجامين فرانكلن (١٧٠٦ - ١٧٩٠) حفر على الصلب من اعمال جيمس تومسون James Thomson.

/ المستعمرات وهو الذي جهز ومول رحلة الجنرال برادوك Braddock المشؤومة عام ١٧٥٥ .

/ رجع بعد ذلك الى انكلترا كممثل لبنسلفانيا وهناك ايقن انه لا مناص من ان يعمل لاستقلال المستعمرات / هذا العمل الذي لم توافق عليه أو تتصوره الطبقة الارستقراطية في انكلترا تلك القلة الحاكمة ، وفي الحقيقة كان فرانكلين أول من قدر امكانيات الدنيا الجديدة وبدأ في تخطيط مستقبلها كما يشهد على ذلك دستوره واعلانه للحريات Declaration of Independence /

/ حارب الانسان من قديم الأزل من أجل حريته/ هكذا أدى فرانكلن آخر بل اعظم خدماته لبلده كسفير لأمريكا في فرنسا مؤكداً مساندته في هذا الصراع / وأثناء اقامته في باريس وفرساي مارس تأثيره العظيم على الاتجاهات السياسية والعلمية / وكان فرانكلن هو بيكون القرن الثامن عشر ولكنه كان من طراز آخر ـ لم يكن ذلك الرجل المراوغ في بلاط الملك أو القاضي الذي يلتمس من الأمراء مساندة العلم ولكنه كان رجل الجماهير الذي ولد في الحرية واقسم ان يحافظ عليها وينشرها / كان بنجامين في طليعة العلماء في العصر الجديد ، فقد شارك بقلبه في تخطيط الفلاسفة واضاف اليهم مذاق الديموقراطية والتعقل والادراك التي كانوا محرومين منها ./

/ الأكاديميات المعارضة والجمعية القمرية

استمر المعاصرون البريطانيون لبنجامين فرانكلن في حمل رسالته ووضعها موضع التنفيذ ، وبالرغم من ان الثورة الصناعية لم تستفد من العلم إلا قليلاً إلا ان الرجال الذين قاموا بتوجيه هذه الثورة في طريق النجاح كانوا مشبعين بالروح العلمية / ولو ان اهمية العلم لم تقدر التقدير الذي يستحقه بين الملوك وحاشياتهم إلا انه قدر من الجيل الجديد لأصحاب المصانع في شمال انكلترا واصدقائهم وايقنوا ان سبب عدم نجاح العلم في الماضي هو ان خبراءه لم يكونوا عمليين / / وبالرغم من إهمال الجامعات القديمة فقد وجد العلم له مكاناً في الاكاديميات المعارضة كأكاديمية ورنجتون ودافنتري ، ويدل قيام المؤسسات المستقلة ونجاحها على الشعور بالحاجة الى العلم وضرورته / وخلال القرن الثامن عشر كانت هناك المؤسسات بجانب الجامعات الاسكتلندية توفر احسن دراسة علمية في العالم

وفي هذه الفترة بالذات حدث اندماج بين أصحاب المصانع والعلماء والمهندسين ليس في اعمالهم فقط بل في حياتهم الاجتماعية / حدث هذا اكثر مما حدث في اواخر القرن التاسع عشر ، فقد تزاوجوا واسرفوا في لهوهم وتناقشوا طويلاً واجروا التجارب وخططوا للقيام بمشروعات جديدة ./ كان هذا عهد « الجمعية القمرية » ببرمنجهام والمنطقة السوداء ./ كان أعضاء هذه الجمعية يجتمعون في منازلهم في الليالي القمرية عندما يكون القمر بدراً ./ كان من بين الأعضاء جون ولكنسون John Wilkinson (١٧٢٨ - ١٨٠٨) ملك الحديد الذي عاش ومات وهو يحلم بالحديد حتى انه اوصى بأن يدفن في تابوت من الحديد / وكذلك ودجوود Wedgwood (١٧٤٤ - ١٨١٧) الخزفي وادجورث Edgeworth اللطيف المعشر الايرلندي الذي كان رأسه مليئاً بالمشروعات النبيلة لاصلاح الحياة الاجتماعية ، وكذلك توماس داي Thomas Day من ساندفورد Sandford وميرتونMerton ٥ـ١٠٧ الذي كان يجمع بين الجد والهزل والشاعر الدكتور ايرازمس دارون Dr Erasmus Darwin (١٧٣١ - ١٨٠٢) من لشفيلد Lichfield وجوزيف بريستلي Joseph Priestly (١٧٣٣ - ١٨٠٤) وجاء بعدهم جيمس وات James Watt (١٧٣٦ - ١٨١٩) الرجل ذو المزاج السوداوي الذي لا يكل ومواطنه الأصغر مردوك Murdock (١٧٥٤ - ١٨٣٩) مخترع المصباح الذي يعمل بغاز الفحم واخيراً محرك وقلب هذا الجمع الحاشد الرجل الثري المغامر المرح الكريم متى بولتون Mathew Boulton (١٧٢٨- ١٨٠٩)٥ـ٤١ / صانع الأزرار الذي اصبح أول صانع للآلة البخارية / ويعتبر بحق المحرك الأول للثورة الصناعية وكما كتب للأمبراطورة كاترين يقول : « انا ابيع ما يحتاجه العالم كله - القوة »./ كان يرتبط بهذا الجمع الحاشد بعلاقات شخصية مجموعة اخرى من الفلاسفة الاسكتلنديين الذين كانوا ينتمون لعصر النهضة في القرن الثامن عشر ، ومن هؤلاء الفلاسفة هيوم Hume (١٧١١ - ١٧٧٦) الذي هيأ الاتصال بفلاسفة فرنسا امثال آدم سميث Adam Smith (١٧٢٣ - ١٧٩٠) والمفكر صاحب مبدأ حرية رأس المال الدكتور بلاك Black (١٧٢٨- ١٧٩٠)٥ـ٩٩ وهو الذي اوجد ثورة الهواء المضغوط والدكتور روبيك Roebuck (١٧١٨ - ١٧٩٤) وكان طبيباً واصبح كيماوياً وهو صاحب مصانع كارون وهي أول مصانع للحديد تدار على أسس مدروسة وكذلك الدكتور صمول Small (١٧٣٢ - ١٧٦٩) المشرف العلمي لتوماس جيفرسون Thomas Jefferson ./

/ لم يتم هذا الازدواج بين العلم والانتاج إلا في انكلترا في أواخر القرن الثامن عشر ، ويشير هذا الازدواج الى فترة توازن ديناميكي بين العلم والتقنية وهي مرحلة انتقالية بين فترة استفاد فيها العلم من الصناعة اكثر مما افادها وفترة اخرى اعتمدت الصناعة فيها اعتماداً كلياً على العلم / اما في البلاد الأخرى فكانت الاهتمامات اكثرها اقتصادية وسياسية وذلك لافتقارها للأسس الصلبة التي وفرتها الصناعات للعلم / بدت انكلترا في عيون أهل هذه البلاد كعبة الصناعة / وفي الحقيقة كانت احسن المنتجات الصناعية الانكليزية من منجزات زائرين اغراب مثل جابريل جارز Gabriel Gars (١٧٣٢ - ١٧٦٩) وهو احد مؤسسي الصناعات الثقيلة الفرنسية / ومن الشيق ان نلاحظ انه عندما تقرر عام ١٧٢٨ بدء صناعة الحديد الجديدة في ليكريزوت Le Creusot وهو اكبر مصنع للحديد اقيم خارج انكلترا والذي منه انبثقت صناعة الصلب ليس فقط في فرنسا بل في المانيا / كان من الضروري الاستعانة بولكنسون W. Wilkinson وهو اخو ملك الحديد للاشراف على الناحية التكنيكية٥- ٢٧ ./

/ **الكيمياء الأساسية وثورة الهواء المضغوط**

كانت اكبر الانجازات الجديدة للفترة التي حدثت فيها الثورة الصناعية هي قيام الكيمياء الأساسية والكمية / كان هذا حدثاً تاريخياً في تاريخ العلم لا يقل اهمية عن الجمع بين الفلك والميكانيكا في القرن السابق / اما كيف حدث هذا فهو موضوع الفصل التالي ، ويكفي هنا ان نشير الى نتائج التطور السريع في الكيمياء الصناعية كعامل ثانوي للصناعات الجديدة للمنسوجات ونتيجة لاهتمامات العلماء في هذه المجالات وتطورها ./

/ اما السبب الحقيقي الذي جعل قيام وحدوث مثل هذا التطور في الكيمياء ممكناً هو دراسة الغازات الجديدة والتجارب التي اجريت على الهواء والفراغ التي تمت في القرن السابق ، وذلك بالاضافة الى التحسينات التي تمت على الآلة البخارية ، ويمكن القول ان تطور الكيمياء جاء نتيجة الثورة في الهواء المضغوط . / كان من نتيجة اعمال بلاك في اسكتلندا وشيل Scheele في السويد في هذا المجال ان استطاع لفوازيه Lavoisier ذو العقل المرتب ان يصحح فوضى المعتقدات القديمة والحديثة ، وبعد ذلك بعشرين عاماً جاء دالتون Dalton ليقدم شرحاً بالذرات لادماج الكيمياء بنظام نيوتون الميكانيكي المادي / ومضت مائة عام

اخرى قبل ان تكتشف القوى الحقيقية التي تربط الذرات (*)(١٣) .

عصر الفكر : جوزيف بريستلي

لم يقتصر تأثير العلم في مجال الصناعة فقط بل كان علماء أواخر القرن الثامن عشر في انكلترا رفرنسا بدءاً من فرانكلن احراراً في تفكيرهم منادين بالاصلاح الجذري / اشهر هؤلاء العلماء في ذلك العصر الذي جمع بين ملاحقة العلم الانسانية السياسي المحنك هو جوزيف بريستلي (١٧٣٣ - ١٨٠٤) وهو ابن صانع ملابس من يوركشير / تعلم في اكاديمية دافنتري Daventry ليكون قسيساً في المجمع المقدس / تشرب منهم الروح الجديدة لتحرير الأفكار من التحيز والجهل والتي ابعدته عن الالحاد ولكن وجهته الى المسيحية الحقة من نوع عقيدة اليونيتارين Unitarian التي لا تؤمن بعقيدة الثالوث ولاهوت السيد المسيح / ابعدته هذه العقيدة عن الكنيسة الأورثوذكسية ولكن ثقافته وميوله قربته من المجال العلمي وخاصة الى بنجامين فرانكلن الذي قدره وشجعه على كتابة تاريخ الكهرباء٥-٩٦ العمل الذي وضعه على عتبات مجده العلمي / وفي عام ١٧٦٧ اصبح قسيساً في ليدز حيث اجرى تجاربه على ثاني اوكسيد الكربون ، ومنذ ذلك الوقت نال مساندة اصحاب المصانع وبعض النبلاء الأحرار ، وكانت الفترة ما بين اعوام ١٧٧٣ ، ١٧٨٠ هي اخصب فترات حياته فكان لديه المنزل المريح والمعمل اللذان هيأهما له لورد شيلبورن Shelburne ، ، وفي هذا المعمل اجرى تجاربه التي اكتشف بها الأوكسيجين والتي جلبت اليه شهرته العالمية٥-٥١ . /

كانت ملاحقة العلوم امراً ثانوياً بالنسبة لبريستلي ، / اما هدفه الأسمى فكان الجدل العقائدي حول حرية اعتناق المذهب الديني / كانت معتقدات بريستلي الدينية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بأفكاره العلمية بعيداً عن الرغبة في الفصل بين المادة والروح وبين العقل والعقيدة كما فعل ديكارت / فكر بريستلي في رؤية جديدة لتربطهما معاً ووجدها في الكتاب المقدس كما وجدها في الطبيعة كعمل من اعمال الخالق عز وجل ./ وفي تصوره ان النشاطات التي تؤديها الكهرباء تبين ان المادة ليست خاملة ولذلك فهي ليست اساساً غير قادرة على الاحساس / فمن ناحية تقترب افكاره من افكار ايريجينا Erigena الذي يؤمن بأن كل مادة فيها حياة hylosoism ومن ناحية اخرى تقترب افكاره من النظرية الفلسفية العضوية

لهوايتهد Whitehead / كان بريستلي يعتقد ان فوضى المسيحية جاءت من المعتقدات٥ـ١١، ١٩٠/مثل الثالوث الأقدس / ويوم الغفران عند اليهود والجبرية /(مذهب ان الانسان مسيّر وأن الله حتم هذا المسار منذ الأزل) وحتى وجود الروح / لم تكن لهذه الآراء إلا جاذبية قليلة في القرن الثامن عشر / كانت دهشة الرجل الفرنسي كبيرة ليجد فيلسوفاً يؤمن بالله / أما الانكليزي فوجد صعوبة للتفرقة بين مذهب بريستلي والالحاد / ومع ذلك فكان بريستلي يؤمن بسلوك واخلاقيات المسيحية والتي لم تزد عن اخلاقيات وواجبات الحياة العادية المعروفة وهي الافراط في التنسك والزهد في الحياة والتقرب من الله والعطف على الفقراء وبهذه الروح عضد وساعد بريستلي كل حركات الاصلاح الاجتماعية والثقافية والتي تتلخص في كلماته/« السعادة الكبرى في اسعاد اكبر عدد من الناس » /

/ لم يتدخل بريستلي في النشاطات السياسية ولم يأخذ فيها دوراً نشيطاً ولكن في وقت من الأوقات عندما كانت الأفكار متصلبة ضد نزعات الثورة الفرنسية ابدى فقط عدم موافقته جماهيرياً ليس على النظام الكنسي فقط بل على المنشقين المهذبين وقد اعتبر ذلك مساوياً للتمرد ان لم يكن خيانة / اصبح الدكتور بريستلي ذلك الرجل المهذب والعطوف منبوذاً / وجاءت قمة الأحداث عام ١٧٩١ عندما قام احد سوقة برمنجهام دفاعاً عن الكنيسة والملك ومساندة المسؤولين بحرق منزله ومكتبته ومعمله / ولم يستطع بريستلي بعد ان نجا من الموت البقاء في انكلترا وبعد ان نبذه زملاؤه لآرائه السياسية هاجر الى امريكا وهناك توفي عام ١٨٠٤ / تبدو الأحداث كأنما حكمت على رسالته بالفشل ولكن تأثيره ظهر بعد ذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لتلهم الحركات التحررية وحركات الخير والاحسان في القرن الثامن عشر /

/ انطوان لورنت لافوازيه Antoine Laurent Lavoisier

يرتبط اسم بريستلي في تاريخ العلم باسم لافوازيه برباط لا تنفصم عراه حيث انه على اسس البحوث التي قام بها المستكشف الانكليزي بريستلي قامت ثورة لافوازيه التي ارست قواعد الكيمياء بحيث اصبحت الى الأبد علماً منطقياً وكمياً٥ـ٧٤ / سادت شخصية لافوازيه في اواخر القرن الثامن عشر الأوساط العلمية الفرنسية وكان يختلف اختلافاً جوهرياً عن بريستلي بالرغم من ان العلم كان شاغلهما الوحيد في حياتهما ، إلا انه لم يكن هناك ذلك الغموض الديني في حياة لافوازيه ولا حب الاحسان والخير في شخصيته كما كانت متأصلة في

شخصية بريستلي ، وبعكس ذلك كان لافوازيه متهماً بخدمة المجتمع ومحاولة جعل العلم ذي فوائد عملية وكذلك تطور علم ما قبل الثورة لمسايرة الثورة في العهد الجديد / ومنذ شباب لافوازيه كان رجلاً مقتدراً يعتمد عليه وربما كان ذلك بسبب انه ولد غنياً ومن عائلة غنية ونشأ وترعرع في بحبوحة من العيش ولقي العناية والرعاية الحسنة وتدرج من سائق مركبة الى مدير مكتب للبريد الى تاجر الى موثق للعهود الى وكيل قضائي الى البرلمان في باريس / وكان عليه ان يأخذ الخطوة الأخيرة بعيداً عن النبلاء فاشترى مكاناً في Ferme Generale هذا المكان الصغير هو المنظمة الغنية التي كانت تحصل الضرائب للملك ، ولم يدرك ان هذه المنظمة كادت تفقده حياته /

/ كانت ثقافة لافوازيه العلمية عالية ومتعددة فكانت تشمل الرياضيات والفلك والنبات والتشريح والجيولوجيا واهم من ذلك الكيمياء التي تتلمذ لها تحت اشراف الودود رويل Rouelle (١٧٠٣ - ١٧٧٠) الذي كان معيداً في الحديقة الملكية النباتية وهنا كان لافوازيه شاباً متعدد القدرات غزير المعلومات يهدف الى توضيح العلم ليصبح مفهوماً ومقبولاً / كانت أولى انجازاته العلمية هي وضع خريطة جيولوجية لفرنسا وتم له ذلك عندما كان في العشرين من عمره ، وقام برحلة جاب فيها جميع انحاء فرنسا بحثاً عن مواردها المعدنية / انشغل بعد ذلك بعدة مشروعات كانارة الشوارع وانشاء المزارع النموذجية وغيرهما من المشروعات العامة التي بدأت في الظهور ابان القرن الثامن عشر في انكلترا وفرنسا ، ولكن كانت اهم وظائفه تعيينه عام ١٧٧٥ في الهيئة المشرفة على انتاج البارود في الأرسينال حيث انشأ معمله الذي كان بحق أحسن معمل في العالم في ذلك الوقت ./

/ اما عن انجازات لافوازيه العلمية فسوف نذكرها في موضع آخر من هذا الكتاب ، اما هنا فسنهتم بتأثيره ودوره العظيم في استخدام العلم في الحياة العامة ، وفي هذا المجال لم يستطع ان يجاريه احد لسنوات عديدة / وفي كل اعماله كان لافوازيه واضحاً ودقيقاً ومرتباً وغير ميال للفلسفة ، ولو انه مهد الطريق للكيمياء باستخدام الأسس الرياضية والفيزيائية إلا أن الأنوار التي سلطها على الكيمياء هي التي بقيت مضيئة على مر العصور / لم تكن محاكمة لافوازيه مع الآخرين موجهة اليه شخصياً ولا الى علمه ، فقد عانى الكثير من اجل مبادئه التي كان يؤمن بها والتي كانت بارزة وظهرت جلية وواضحة في مناهضته وتهكمه على حركات الثورة ./

كان بريستلي ولافوازيه مجرد شخصين يرمزان الى الأمل والتقدم المرتبطين بالنمو السريع في العلم والصناعة ، وفي أواخر هذا القرن ازداد عدد الرجال ولأول مرة في التاريخ النساء الذين بدأوا يفكرون في استطاعة وجود دنيا تحكم بالعقل والعدالة بدلاً من التحيز والتميز ، انتشرت هذه الأفكار في اوروبا والدنيا الجديدة وايطاليا والنمسا وروسيا وبروسيا حتى اسبانيا ، ومن الملاحظ ان العلم وكان في مثل هذا الوقت كامناً في ايطاليا نهض وافاق من اغماءة بظهور عبقريات امثال جلفاني وفلنا وافوجادرو ، تأثر هؤلاء العلماء ليس فقط بالنتائج التي انبثقت من تجاربهم وطموحهم كما جاء في اعمال روسو Rousseau (١٧١٢ - ١٧٧٨) ولكن من كل شيء استخلص من المجتمعات الصينية والهندية والهنود الحمر وايضاً من تقارير الرحلات العلمية التي سردت الحياة السعيدة والبسيطة التي

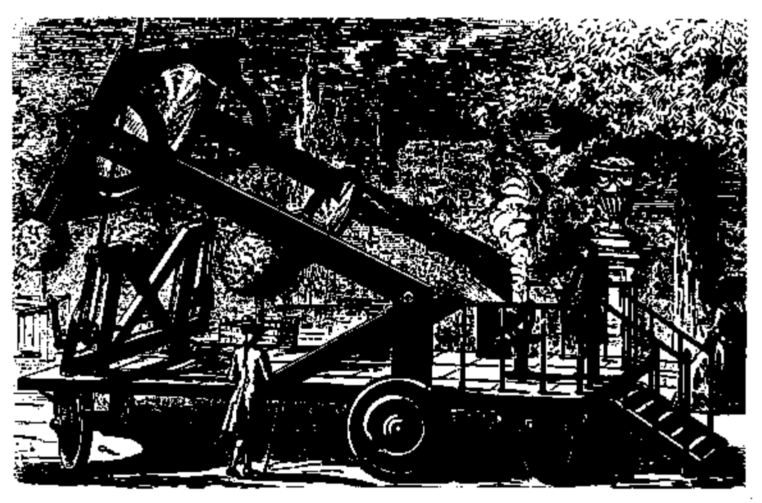


شكل (١٥٧)

ادى المذهب الراديكالي لجوزيف بريستلي الى حدوث غوغاء دفع الملك والكنيسة الى احراق بيته ومكتبته ومعمله . من كتاب حياة بولتون ودات لمؤلفه صمويل سميل لندن ١٨٦٥ .

يحياها سكان جزر الكورال في البحار الجنوبية ، اصبحت المجتمعات التي يحكمها الفلاسفة العقلاء والخالية من الطغيان والاستبداد هي المثلى ، وأصبح كل شيء يتجه الى الطبيعة .

كان العلم واحداً من أهم الهامات في عصر تحرير الأفكار من التحيز والطغيان ، فقد هيأ في نفس الوقت أداةً جديدة ذكية لنقض وهدم النظم القديمة واصبح وسيلة عملية لبعث انسانية جديدة من خلال استخدام صناعة ميكانيكية حديثة ، وكان على هذه الصناعة ان تنتج اعداداً كبيرة وتحدث انفجاراً في الانتاج بحيث اثرت بغزارتها ومستواها الرفيع تأثيراً شديداً على المجتمع لم يحدث مثله في أي مكان أو زمان .



شكل (١٥٨)

للحصول على درجة حرارة عالية في المعمل استعملت عدسات ومرايا . وفي الصورة مرآة كبيرة استخدمها لافوازيه في الأكاديمية العلمية . من نقش على الخشب .

٨ ـ ٣ الثورة الفرنسية وتأثيرها على العلم

كان العلماء الفرنسيون في أواخر ايام الملكية مشبعين بالروح الجديدة المتطورة للفلاسفة وقد اعطاهم النظام الجديد فرصتهم / وفي طريق القضاء على

الأثر الباقي للاقطاع واعلاء شأن الأسباب التي دعت الى ذلك لعب العلماء دوراً قيادياً وقد قدرت كل الحكومات اهمية العلم واجزلت للعلماء العطاء وانتظرت جني الثمار من منجزاته / كان بعض العلماء امثال مونج Monge (١٧٤٦ - ١٨١٨) ولازار Lazare (١٧٥٣ - ١٨٢٣) جمهوريين متحمسين وسرعان ما عهد اليهم بمهام اقتصادية وعسكرية / اما غيرهما من العلماء مثل كوندورست Condorcet (١٧٤٣ - ١٧٩٤) ولافوازيه Lavoisier العظيم فبالرغم من انهم تعاونوا تعاوناً كاملاً مع الثورة إلا انهم لم يستطيعوا الحياة تحت ظل مؤسساتهم بأنظمتها القديمة وكانوا ضحايا تفاعل الجماهير وثورتهم التي اجتاحت فرنسا ، انشغل معظم العلماء في ذلك الوقت باعادة تشكيل الأداة الحكومية ونظم التعليم على اسس علمية .

كان أول عمل قام به العلماء وهو تصحيح الأوزان والقياسات واقرار القياس المتري وتم تثبيت ذلك عام ١٧٩٩ ، ولم يكن ذلك سهلاً فقد استلزم ثورة لتحقيقه وللدلالة على ذلك ان النظم القديمة المربكة كانت لا زالت قائمة في المناطق التي لم تتأثر أو لم يصلها المنطق الفرنسي الجديد / اما العمل الثاني فكان خلق نظام جديد للتعليم على أسس علمية ويعتبر أول تغير حقيقي لنظم التعليم منذ عصر النهضة وقد بنى الثوريون هذا النظام على الأسس التي وضعتها الأكاديميات الانكليزية المعارضة والمدارس الحربية في فرنسا بالرغم من معارضة الجامعات القديمة باستثناء اسكتلندا كما رأينا / فقد كانت الجامعات الاسكتلندية في المقدمة من حيث التطور العلمي منذ بدأ ، وكان من نتاج تلك الأكاديميات المعارضة بريستلي وولكنسون ملك الحديد من المدارس الحربية الفرنسية ، والرياضي مونج Monge وبونسيليت Poncelet وجنود مثل نابليون وغيرهم مثل ولنجتون Wellington بعد ان ترك ايتون Eton ، وأصبح لا غنى للصناعة في السلم والحرب عن العلم / كان لانشاء المدرسة العليا ومدرسة الطب وكذلك مدرسة البوليتكنيك تأثيراً كبيراً على تقدم العلم ، فقد اعطت هذه المعاهد نظماً جديدة في تدريس العلوم والبحث العلمي ، وباختيار نخبة من المدرسين البارعين للتدريس في هذه المعاهد استطاعت تخريج نوع من العلماء يتقاضون رواتب شهرية يحلون تدريجياً محل الهواة او الذين كانوا يعملون بتشجيع من النبلاء أو الملوك في العهود الماضية .

شملت أول دفعة تخرجت في هذه المعاهد الجديدة أسماء مثل شارلز Charles (١٧٤٦ - ١٨٢٣) وجاي لوساك Gay Lussac (١٧٧٨ - ١٨٥٠) وثينارد

Thenard (١٧٧٧ ـ ١٨٥٣) ومالس Malus (١٧٧٥ ـ ١٨١٢) وفرزنل Fersnel (١٧٨٨ ـ ١٨٢٧) وقد ساهموا جميعاً في تقدم كثير من العلوم / اعطت هذه المعاهد الفرص للموهوبين من كل الطبقات لكي يظهروا في المجالات العلمية المختلفة ويرجع الفضل اليهم في تقدم فرنسا على كل الدول في العلوم / واستمر هذا التفوق حتى القرن التاسع عشر عندما تبعتها المانيا وانكلترا باستخدام الأسلوب العلمي في التربية /

نابليون ـ راعي العلم

يتميز عصر نابليون الذي خلف عصر النهضة بسرعة وتثبيت مسيرة العلم ، وبالرغم من ان نابليون اعان العلماء وبسط عليهم حمايته إلا انه اشرف على تطور العلوم بنفسه فكان كثيراً ما يحضر اجتماعات الأكاديمية ويقوم بالرحلات العلمية مصحوباً بالعلماء كرحلته الى القطر المصري وكان مسروراً لدعوته آبي هاي Abbé Hauy (١٧٤٣ ـ ١٨٢٢) منشىء علم البلورات ليكتب كتاباً في الفيزياء / كان نابليون أول حاكم بل الوحيد بين الحكام له ثقافة علمية خلال قرن من الزمان ، ولذلك كانت له بعض الآراء ـ ولو انها آراء سديدة برجوازية ـ إلا انها ساندت نظامه عملياً وقوت من جيشه ./

/ كانت لحروب نابليون اهمية كبيرة للعلم ولو بطريقة غير مباشرة / كانت الثورة الصناعية تنتشر تدريجياً في فرنسا في أواخر هذا القرن / ولما كانت فرنسا تفوق انكلترا في عدد السكان الذين بلغ عددهم ٢٨ مليوناً بينما عدد سكان انكلترا ١١ مليوناً فقط / وبالرغم من عدم تركيز الصناعة في فرنسا فإن انتاجها فاق انتاج انكلترا في ذلك الوقت٥ـ٦٧ ، ٣٠ / ولهذه الأسباب مجتمعة استطاعت فرنسا ان تحافظ على المجهود الذي لا سابقة لها به وهو ارسال الجيوش لتحارب في كل انحاء اوروبا / وكان للحصار البحري الانكليزي بواسطة اسطولها المتطور تكنولوجياً تاثير ضعيف/ ولكن هذا التأثير زاد بمضي الوقت بحيث دمر التجارة الخارجية الفرنسية ومنع عن فرنسا الموارد الخارجية مثل الصودا والسكر الأمر الذي شجع على تقدم صناعة الكيماويات في فرنسا / ولذلك احتلت مركز الصدارة بين ممالك العالم في هذا المجال لثلاثين عام / اختلفت الحروب النابليونية عن الحروب الحديثة فلم تدخل في مجالات العلم ولكنها أدت الى لقاء العلماء من شعوب مختلفة / منح نابليون جائزته الى دافي Davy لاكتشافاته في الكيمياء الكهربائية عام ١٨٠٨ ، ولم

يتوان دافي في الذهاب الى باريس لاستلام جائزته واحتج على الرجال ذوي العقول الصغيرة الذين اعترضوا على ذلك بسبب نشوب الحرب بين انكلترا وفرنساه.

اما في انكلترا فكان تقدم العلوم والمعرفة ابان الثورة الفرنسية مغايراً تماماً عنه في فرنسا ، فبدلاً من العنف والشدة في استحداث الجديد كان تعلقاً يائساً بالنظم الكنسية والحكومية ورفضاً للمبادىء التحررية لحزب الاحرار Whigs . حدث تحول في المعتقدات الدينية من الاعتقاد بالله وحده (deism) الى المذهب الميثودي العاطفي . لم يتدخل احد من هؤلاء في طريق الصناعة التي اتسعت اسواقها نتيجة للحصار البحري على فرنسا والحاجة الملحة لانتاج الأدوات الحربية ليس فقط لانكلترا ولكن لحلفائها المتخلفين صناعياً .

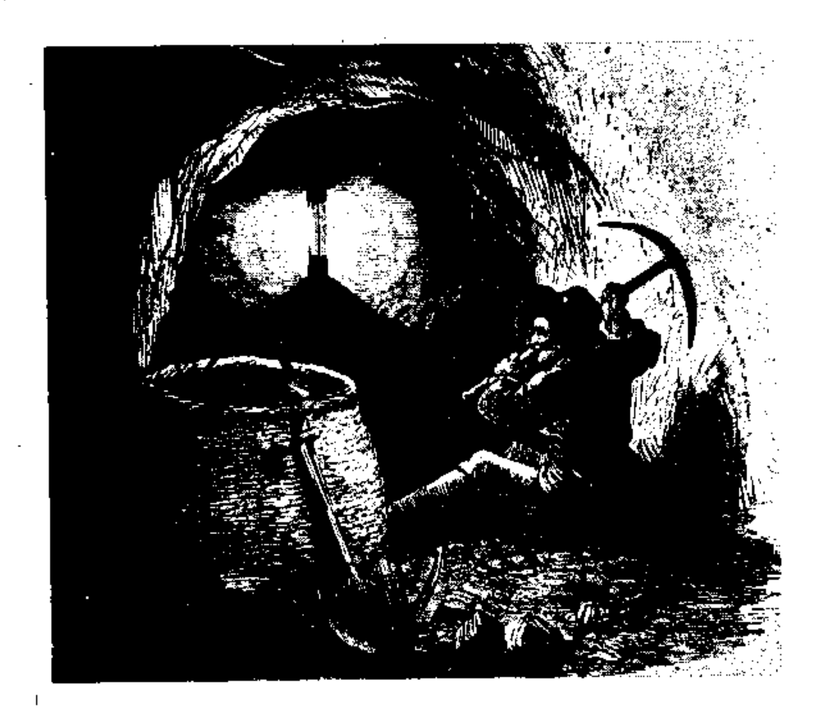


شكل (١٥٩)

كاريكاتور لتوماس راولندسون Thomas Rowlandson (١٧٥٦ ـ ١٨٢٧) تجربة على الهواء المضغوط في المعهد الملكي . في الوسط القائم بالتجربة ويعتقد انه توماس جارنت Thomas Garnet (١٧٦٦ ـ ١٨٠٢) ويساعده همفري دافي Humphry Davys (١٧٧٨ ـ ١٨٢٩) وهو يحمل المنفاخ بينما يقف على اليمين بنجامين طمسون Benjamin Thomson اميرومفورد(١٧٥٣ ـ ١٨١٤) وهو يبتسم .

المعهد الملكي ـ الكونت رومفورد Count Rumford

حدثت محاولة واحدة شبيهة بقيام المدارس العلمية الجديدة في القارة الأوروبية وهي انشاء المعهد الملكي عام ١٧٩٩ وكانت مبادرة من السير بنجامين طومسون Benjamin Thomson (١٧٥٣ ـ ١٨١٤) وهو امريكي وكان عضواً في حزب المحافظين ولكنه من شاكلة فرانكلن وكمعارض للديموقراطية رأى ضرورة كفاءة الخدمات الشعبية لاستمرار النظم القديمة وتطبيقاً لهذا اخذ على عاتقه ادارة مملكة بافاريا قبل ان تديرها فرنسا / وهناك جمع الشحاذين من الشوارع وأوجد لهم الأعمال المناسبة كما انه طبق طرقاً اقتصادية جديدة للطبخ وكانت ناجحة بحيث



شكل (١٦٠)

للتصدي لمشكلة الانفجارات في المناجم بسبب اشتعال الغازات اخترع همفري داڤي مصباح الأمان بحيث لا تصل ناره الى الهواء والغازات المحيطة . الصورة من Gallery of Portraits لندن ١٨٣٣ .

/ استطاع ان يطعمهم بثلاث فارسنات (الفارسنج = ثلث بنس) في اليوم ، كما انه حول ميزانية الجيش من الخسارة الى المكسب بإيجاد صناعات مختلفة للجنود / وفي محاولته هذه اكتشف قوانين نقل الحرارة وبين كيفية توليدها بالشغل ، وعند عودته لانكلترا رأى لأول وهلة انه لا يمكن نجاح الثورة الصناعية من غير تدريب عمال مهرة على أساس علمي بدلاً من اعتمادهم على تقاليد بالية ، ولهذا حث الأغنياء ، على استثمار اموالهم في انشاء معهد تحت الرعاية الملكية من اجل « انتشار المعلومات وتسهيل استخدام الاختراعات الميكانيكية المفيدة وتحسينها وتدريس مناهج فلسفية واجراء تجارب عملية لتطبيقها في الحياة العملية » /

/ لم يؤد المعهد الملكي رسالته إلا لفترة وجيزة / كان أول مدير له العالم الكبير همفري دافي Humphry Davy (١٧٧٨ ـ ١٨٢٩)٥ـ٥، ١٣٠ وكان متكبراً مغروراً عرف همفري باختراعه مصباح الأمان للمناجم عام ١٨١٥ وكان هذا نتيجة بحث صناعي قام به دون مقابل / ولو ان هذا المصباح اخترع اصلاً لمنع الانفجارات في المناجم ـ إلا انه استخدم ايضاً في المناجم التي كان من المتعذر الوصول اليها لانتشار الغازات فيها ، وبهذا زاد انتاج المناجم ولكن حوادث الانفجارات بقيت كما هي /

/ قدم دافي اغنيته التي يتغنى فيها بفضل العلم في بحثه عام ١٨٠٢ وكان عمره في ذلك الوقت واحداً وعشرين عاماً / هذه الأغنية تعبر عن روح العصر الجديد وفي هذه الأغنية أو النشيد نقرأ التعبير الآتي الذي يعتبر عقيدة أو عنوان القرن التاسع عشر : « ان عدم المساواة في العمل والملكية وكذلك التفرقة بين افراد المجتمع هي في الواقع مصادر القوة في المجتمعات المتمدنة ومن أسباب تحركها وثورتها بل يمكن القول بأنها هي روحها »٥ـ٥ /

/ بتجمع العلم والمنفعة وصوت عضو المحافظين العاطفي اصبح المعهد الملكي مركزاً للموضة السائدة ومشهوراً كالأوبرا كما اصبح مركزاً للنبلاء وطبقة الملاك الكبار / وجعله قاصراً على فئة خاصة سد الباب الخلفي ليخفي الآلات عند صعودها ، ومع ذلك نجح المعهد وانشىء فيه معمل نموذجي تم فيه انجاز معظم الأكتشافات العلمية في أوائل القرن التاسع عشر / اما التدريس فقد اقتصر على المحاضرات العامة التي جذبت اليها واحداً من اكبر علماء كل العصور الا وهو ميشيل فرداي Mechael Faraday الذي كان يعمل مجلداً للكتب / عمل فرداي

مساعداً لدافي ودرس العلوم في المعهد . لم يكن هناك مجال لعشرات امثال فرداي بطاقاتهم الكافية من أن يظهروا في انكلترا في ذلك الوقت كما ظهروا في فرنسا .

رد فعل عصر ما بعد نابليون

ظهر اثر الحركات التحررية لبعض الوقت في ردود الفعل التي اعقبت حروب نابلّيون والتي اسدت الكثير نحو نشر هذه الحركات في انحاء اوروبا وفي الركود الاقتصادي الكبير الذي اعقب ذلك عام ١٨٢٠ ، وفي مثل هذه الظروف ظهرت الثورة الاقتصادية بوجهها القبيح المتمثل في البطالة والعوز كما ظهر شبح قيام ثورةاخرى امام اعين الطبقات الحاكمةمما اضطرهم الى استعمال وسائل مادية ومعنوية شديدة لاخضاع السوقة الثائرين . كما انهم نظروا الى الماضي واستخلصوا منه طريقة اشبه بطريقة العصور الوسطى ، وبذلك حلت الرومانسية العاطفية محل المادية المنطقية اللادينية الثورية[*][١٤] . ونتيجة لذلك قل الاهتمام بالعلوم مؤقتاً إلا في المانيا حيث كان العلم مرتبطاً بصحوة الروح القومية والسمو والتعالي . كانت حاجة الصناعة الى العلم في حالة كمون بسبب نقص الطلب على المعدات الحربية . فلم تكن الحاجة اليه ملحة من الأداة الحكومية بعد رجوع الملكية في فرنسا وحلفائها . كان هذا التدهور نسبياً فقط بالنسبة الى النشاط الكبير الذي حدث في العقدين الأخيرين للقرن الثامن عشر ولقد تم الشيء الكثير بحيث اصبح العلم مرتبطاً بالصناعات الجديدة ارتباطاً وثيقاً ويشبه هذا الانحسار في قوته وامتداده ما حدث في ابتداء القرن الثامن عشر ولم يكن من السهل اخماد الروح العلمية . وفي بريطانيا وفرنسا والمانيا بالرغم من رد الفعل هذا اصبح العلماء ومشجعو العلم رأس حربة لحركات الاصلاح التحررية الجديدة .

(٨-٤) سيماء العلم في الثورة الصناعية

ان فترة السبعين سنة بين عامي ١٧٦٠ ، ١٨٣٠ وخاصة الثلاثين سنة بين عامي ١٧٧٠ ، ١٨٠٠ تعتبر فترة تحول حاسمة في تاريخ العلم . تشير هذه الفترة الى اول ادراك عملي لأهمية القوى الميكانيكية الجديدة في اطار الرأسمالية الصناعية والانتاج . وبمجرد ان تمت هذه الخطوات اصبح لا محيد عن انتشار الصناعة والعلم ابان القرن التاسع عشر . كان النظام الجديد للصناعة اكثر احكاماً وكانت منتجاته ارخص ثمناً من الصناعات القديمة ولذلك لم تلق أي منافسة ولذلك لم تكن هناك فرصة للرجوع الى الوراء ولم يلبث ان تغير نمط المعيشة لكل انسان في الحياة . اتى

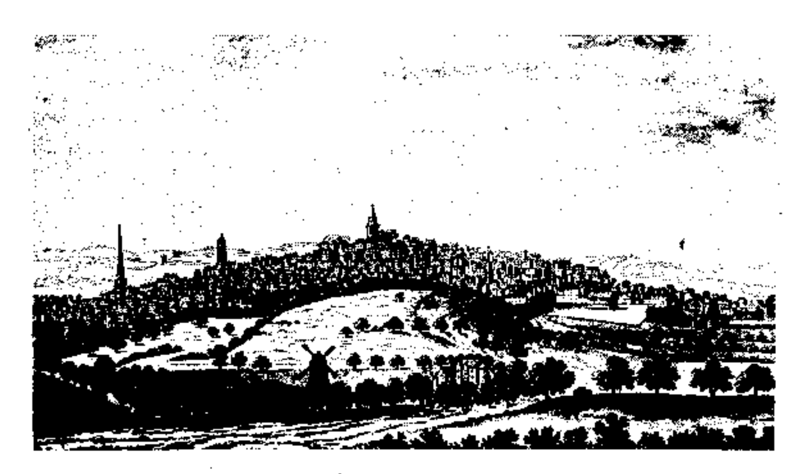
هذا التحول الحرج نتيجة بلوغ التكنولوجيا والاقتصاديات أوج عظمتها من الناحية التكنيكية في انكلترا حول عام ١٧٦٠ ومن الناحيتين الاقتصادية والسياسية في فرنسا بعد ذلك بثلاثين عاماً / لم تكن هذه التغيرات سهلة التأثير ولم تكن حدثاً عارضاً حيث ان هذه الفترة كانت فترة ثورات وحروب لا سابقة لها٥-٩ . /

كانت التطورات العلمية في القرن الثامن عشر ثورة حقيقية / ولم تكن ثورة الهواء المضغوط إلا وجهاً من وجوهها / ولو ان هذه التطورات العلمية تظهر في تاريخ العلم كأنها امتداداً لرفض كوبرنيكوس وجاليليو ونيوتون للأفكار القديمة إلا انها مقياس لمدى استكانة المؤرخين وتأثرهم بالتقاليد الموروثة / وفي القرن السابع عشر حل العلماء مشكلات الاغريق بالطرق الجديدة الرياضية والعملية / اما علماء القرن الثامن عشر فقد استطاعوا بهذه الطرق حل مشاكل اخرى لم يفكر فيها الأغريق مطلقاً ،/ وكان عليهم ان ينجزوا المزيد كادماج العلم في الأنتاج الميكانيكي/ ومن خلال القوى الهندسية وكذلك الكيمياء والكهرباء أصبح العلم من مستلزمات الصناعة ولا يمكن الاستغناء عنه/ كانت أولى خطوات العلم في القرن السابع عشر هي الانجازات التي قدمها الى الفلك في خدمة الملاحة وبقي العلم كما كان في العصور القديمة شيئاً خفياً لا يفهمه إلا الخاصة وجزءاً من المعتقدات التي تؤمن بها الطبقات الحاكمة ، وفي الواقع لم ينجز العلم شيئاً في صالح الصناعة والآن وفي نهاية القرن التاسع عشر وبدون ان يفقد العلم طبيعته الأكاديمية اصبح احد العناصر الهامة للقوى المنتجة للجنس البشري / اصبح ذلك حقيقة ثابتة اخذت في النمو والأهمية بحيث كتب لها ان تسود المجتمعات الرأسمالية التي ساعدت على مولدها /

/ وفي مجال الأفكار لم يعط عصر الثورات شيئاً ذا اهمية بالنسبة الى الاكتشافات العلمية والاختراعات التكتيكية التي تمت في ذلك العصر / كانت هناك الحاجة الى الوقت لاستيعاب الأحداث والتغيرات السريعة التي حدثت واحدة بعد الأخرى في الفترة ما بين عامي ١٧٦٠ ، ١٨٣٠ ، وفي مجال الفكر تقع هذه الفترة عند منحنى الطريق / كانت الأفكار التي الهمت رجال الثورة هي افكار الفلاسفة الفرنسيين امثال فولتير وروسو وكانوا خلفاء نيوتون ولوك اللذين كانا يؤمنان بالانسان وقدرته على بلوغ الكمال عن طريق التثقيف والتعليم الحر وكسر القيود التي كانت الكنيسة والملك يقيدونه بها / لقيت هذه الدعوة صدى في المانيا على يدي كانت Kant

(١٧٢٤ ـ ١٨٠٤) الذي حاول جمع المنجزات العلمية ونور الوجدان في نظام واحد .

وكانت افكار القرن التاسع عشر تعتمد على التجربة الصعبة للثورة الصناعية واسترخاء رجال الثقافة والملاك وعدم رغبتهم في تطبيق شعار الثورة « الحرية والمساواة والأخاء » حرفياً ان محاولة تطبيق الفلسفة الاجتماعية لتحرير الأفكار من الجهل والتحيز في الثورة الفرنسية اظهرت مواطن ضعف خطيرة ، فقد جلبت هذه الفلسفة افكاراً جديدة ـ ولو انها قليلة ـ تتعلق بحياة الفلاحين والعمال الفقراء الذين يكونون غالبية السكان الذين دفعوا الثورة الى الأمام ولكن عندما تم للثورة جني ثمارها وهي الغاء القيود الاقطاعية على الملكية الخاصة والكسب المادي اصبح السكان انفسهم هم الغوغاء الذين هددوا وناصبوا العداء للملك والأثرياء ، واصبح لكل فرد نصيب في شؤون وطنه كما أصبح العلم والمعرفة واللاهوت افكاراً خطرة بعد ان كانوا الموضة الرائجة يمكن رؤية هذا التحول بمقارنة تفاؤل جودوين Godwin (١٧٥٦ ـ ١٨٣٦) بتجهم مالتس Malthous (١٧٥٦ـ ١٨٣٦) وصورة الانسان البائس في هذا الوجود .



شكل (١٦١)

منظر لمدينة برمنجهام في النصف الثاني للقرن الثامن عشر .



منظر اخر لمدينة برمنجهام عام ١٨٣٠ يبين امتداد المدينة والنمو الصناعي شكل (١٦١ ب)

كان احد عوامل التطور الأساسي في الأفكار التغير الكبير المباشر في الزمن والاعتراف بعامل التاريخ الذي لا يرجع الى الوراء في الشؤون الانسانية ، وتبعاً لطبيعة الحاكمين فإن آراء نيوتون الحرة وقوانينه الطبيعية التي امتدت من المجموعة الشمسية الى الحياة العملية والمجتمع كان يظن انها باقية الى الأبد / كان المطلوب ضرورة اكتشاف ان هذه القوانين يمكن ان تنظم الصناعة والزراعة والمجتمع مرة والى الأبد تبعاً لكل منهم / ان فشل الثورة الفرنسية في اقامة « مجتمع الحكمة » اعطى الفرصة لقيام الرأي الآخر وهو التطور الثوري ، وفي لمحة سريعة خطف فيكو Vico (١٦٨٨ ـ ١٧٤٤) الفكرة وطبقها على المجتمعات الانسانية في أوائل القرن الثامن عشر واخيراً بوفون Buffon (١٧٠٧ ـ ١٧٨٨) وايراسمس دارون Erasmus Daroun (١٧٣١ ـ ١٨٠٢) الذي فكر في ان الكائنات الحية وحتى الأرض نفسها لها تاريخ تطوري / ثم جاء هيجل Hegel (١٧٧٠ ـ ١٨٣١) ليصيغ هذه الآراء في نظام فلسفي ، واخيراً شارلس داروين (١٨٠٩ ـ ١٨٨٢) وكارل ماركس Carl Marx (١٨١٨ ـ ١٨٨٣) في القرن التاسع عشر ليعلنا نتائج الصراعات التطورية في الطبيعة والمجتمع .

٨ ـ ٥ منتصف القرن التاسع عشر (١٨٣٠ ـ ١٨٧٠)

اذا كان انسان القرن التاسع عشر البعيد النظر قد أدرك مولد الثورة الصناعية فلا بد وان انسان منتصف هذا القرن قد تأثر بها في جميع انحاء العالم /

كانْ لازدياد وتنوع المخترعات الصناعية الحديثة السبب في التحول الجذري الذي حدث في حياة الملايين من البشر الذين كانوا، يعيشون في الممالك الصناعية، وبسرعة ظهرت مدن جديدة امتلأت باعداد كبيرة من السكان / ويجانب نمو الصناعة تطورت وسائل النقل وخاصة السكك الحديدية التي كانت تربط مراكز الصناعة وكذلك السفن البخارية التي كانت تنقل المواد الأولية الى المصانع كما كانت توزع منتجاتها على جميع انحاء العالم / وفي الحقيقة وجد القرن الثامن عشر المفتاح الى الانتاج بينما القرن التاسع عشر وجده في المواصلات ، ولا يوجد وجه شبه لما حدث في هذين القرنين من تغيرات جذرية سريعة في الشؤون الانسانية ، فأينما ظهرت وانتشرت الصناعة قضي على النظم الاقطاعية القديمة وما تشمله من علاقات انسانية واصبحت الجموع الكبيرة عمالاً مأجورين / وترجع كل المنجزات الاقتصادية والسياسية الجديدة الى مجهود الطبقة الجديدة الراسمالية / وحتى في الولايات المتحدة كان من السهل القضاء على بقايا الاقطاع بمجرد نجاح الثورة الفرنسية عام ١٨٣٠ وحركة الاصلاح عام ١٨٣٢ في بريطانيا واصبح كما قال ماركس الهيئة التنفيذية للطبقة الحاكمة / ولم يكن ضرورياً للاحتفاظ بالامتيازات من سن قوانين خاصة حيث اصبحت الملكيات في امان واصبح العمال يرون ان كل انسان يمكنه ان ينال ما يستحق /

لم يكن تجميع الثروة من الأمور السهلة ولم تكن التعاسة بهذا القدر والانتشار بسبب قيام الثورات الاجتماعية ، وبالرغم من كل هذه الانتصارات الجديدة في عالم المكننة انتشرت حياة قذرة عاهرة قبيحة لم تعهدها أي مدنيات سابقة / في هذا الجو وصل العلم الى ما وصل اليه اليوم من النشاط والأهمية وكما رأينا قبل مجيء هذا القرن اصبح العلم ضرورياً لا يمكن فصله عن الصناعة الجديدة / وخلال القرن التاسع عشر استمرت انتصارات العلم وتمت بسرعة وكلما تم له ذلك اصبح لا يمكن للعلم الاستغناء عن مؤازرة الرأسمالية الوطنية التي اصبحت سائدة في ذلك الوقت /

واذا ما أطلّ عام ١٨٣٠ انتقلت عناصر القوة من الرتب والمقامات الى الأثرياء وحتى ذلك لم يكن ضرورياً / وفي الحقيقة تعدت الثورة الفرنسية حدودها / واليوم عندما اصبح الوضع مثالياً واصبح الحكم ديموقراطياً دستورياً فمن الضروري مقاومة أي تغيرات سياسية أو حتى اي نقد يوجهه هؤلاء الذين يسيئون استعمال حقوقهم / وفي الماضي كان العلم من العوامل الهامة لاثارة مثل

هذه الانتقادات اما الآن فقد شعر العلماء وغيرهم بأنه كلما ثبت العلم اقدامه فدوره في النقد والالحاد يجب ان ينحى جانباً .

المذهب النفعي

كل ما كان ضرورياً في منتصف القرن السابع عشر اصبح مرة اخرى ضرورياً وهو فصل الأفكار العلمية عن الأفكار الأخرى وعدم تدخلها في الأمور الدينية والاجتماعية وخلق فكرة العلم البحت وبذلك يعود للعلم احترامه وهيبته ويستطيع ان ينتعش ويتقدم ويصبح حقيقة نافعة تم هذا التحول بمساندة جماعة النفعيين وهم خلفاء فلاسفة القرن الثامن عشر تحت قيادة آدم سمث Adam Smith وجيريمي بنثام Jeremy Bentham اللذين كرسا حياتهما للتخلص من تلك الرذائل الموروثة في المجتمع بسن القوانين التي يستطيع بها الرأسماليون المعيشة احراراً ولأول مرة وتحت الحكم الصارم للنظم الاقتصادية كما صرح ريكاردو Ricardo (١٧٧٢ ـ ١٨٢٣) وستيوارت مل J. Stuart Mill (١٨٠٦ ـ ١٨٧٣) امكن نشر السعادة على المجاميع الكبيرة وفي هذا الوقت ايقنوا وآمنوا إيماناً قوياً بأن القوانين الدائمة للمجتمع كتعاقد الأفراد الأحرار تعاقداً حراً قد وضعت بواسطة العلم وحده وبايمانهم القوي بانبيائهم الجدد ابتعد المقاولون لعصر الرأسمالية الذهبي ليثبتوا كم كانوا على حق وفي وسط الانفجار الكبير في الانتاج الذي حدث في ذلك الوقت في الفترة بين عامي ١٨٣٠ ، ١٨٧٠ كان للعلم دور صغير ولكنه مؤثر وحيوي ٥ـ٥٤ .

كانت هذه الفترة فترة ازدهار للرأسمالية بثرائها المسرف وفقرها المدقع فترة المواثيق كما كانت فترة معرض عام ١٨٥١ وكما تنبأ ماركس عام ١٨٤٨ فقد خلقت الرأسمالية طبقة العمال المسلوبين والتي بقوتها قضت على الحكم الرأسمالي القضاء النهائي ولكن هذا اليوم كان لا يزال بعيداً بالرغم من ان الصراع من أجل حياة افضل لم يتوقف فالزيادة في الانتاج واتساع حركة التسويق ساعدت الرأسماليين على منح العمال امتيازات رفعت من مستوى معيشتهم .

لم يكن منتصف القرن التاسع عشر فترة تغير جذري في الوسائل التكنيكية بمقارنته بالقرن الثامن عشر ولكنه كان فترة تطور مستمر في وسائل الانتاج على مستوى كبير. وبالرغم من بدء دخول المنافسين حقل الانتاج إلا ان

المزايا التي حصلت عليها انكلترا من خلال الثورة الصناعية ثبتت أقدامها بل وتقدمت أيضاً في هذا المجال. ولفترة ما كانت انكلترا حقيقة هي مصنع اوروبا، وكان لرخص اسعار المنتجات وخاصة المنسوجات التي كانت تنتجها الآلات الحديثة السبب في انتشارها واتساع تسويقها بحيث كان يظن ان ذلك سيستمر اجيالاً عديدة دون حدود، واستدعى ذلك زيادة الآلات وتحسينها المستمر ولم تكن هناك حاجة ملحة لايجاد وسائل جديدة للانتاج بقدر ما كانت الحاجة الى طرق ووسائل نقل سريعة. كان التلغراف أول تطبيق عملي لعلم الكهرباء الحديث، وأهم من ذلك كان استخدام القوى البخارية في المواصلات كالسكك الحديدية والسفن البخارية ولو ان نصيب العلم في ذلك كان ثانوياً.

نهضة المهندسين

كان كلا الانجازين متجهاًمباشرة لمجهود مهندسي المهنة الجديدة وهي الهندسة الميكانيكية، وساعد على ذلك وفرة ورخص الحديد وعمليات انصهاره مع الفحم بكميات فاقت بكثير كل العصور السابقة. كان ظهور المهندس الحديث ظاهرة اجتماعية جديدة، ولم يكن امتداداً للمهندس الحربي ولكنه كان صانع الطواحين وعامل المعادن أيام الحرفيين امثال براماه Bramah (١٧٤٨ - ١٨١٤) ومودسلاي Moudslay (١٧٧١ - ١٨١٣) وموير Muir (١٨٠٦ - ١٨٨٨) وهويتورث Whiteworth (١٨٠٣ - ١٨٨٧) والعظيم جورج ستيفنسون George Stephenson (١٧٨١ - ١٨٤٨).

كان نمو التطبيقات العلمية في القرن التاسع عشر اسرع من نمو العلم نفسه بحيث تمت هذه التطبيقات وتطورها على ايدي الحرفيين، وفيما عدا الرجال العظام امثال رتشارد تريفيثيك Richard Trevithick (١٧٧١ - ١٨٣٣) وجورج ستيفنسون وبرونل Brunel (١٨٠٦ - ١٨٥٩) استمر هؤلاء الحرفيون في استخدام هذه التطبيقات كأسلافهم بطريقة التجربة والخطأ واحلال طرق تكتيكية متطورة محل ابتكارات ثورية جاءت نتيجة مباشرة للتقدم العلمي، والآلة البخارية بالرغم من تحسينها خلال مائتي عام هي نفس الآلة التي كان يستخدمها بولتون ووات في مصنعها عام ١٧٨٥.

السكك الحديدية والسفن البخارية

كانت السكك الحديدية اصلاً من انتاج مناجم الفحم ، ففيها تم أول محاولة

ناجحة لوضع آلة على عجل لصنع قاطرة ، غطت السكك الحديدية بريطانيا في الثلاثينات والأربعينات وانتشرت في ارجاء العالم خلال هذ القرن وادت الى الزيادة الكبيرة في الهندسة المدنية القديمة التي حملت معها الوسائل القديمة للقرن الثامن عشر في انشاء القنوات والطرق والكباري وخاصة الطرق المرصوفة بالمكادام ، ويمكن مشاهدة ذلك في الأعمال العظيمة التي اقامها روبرت ستيفنسون وبرونل . بدأ اهتمام جديد بعلم الجيولوجيا نتيجة حفر القنوات وانشاء السكك الحديدية التي اظهرت اختلاف طبيعة الصخور في حفر الأنفاق ، وفي نفس الوقت هيأت دخلاً جديداً للعلوم الجيولوجية والجغرافية عن طريق مهمة مسح الأراضي .

التلغراف :

أدت سرعة التحسن في طرق المواصلات بواسطة السكك الحديدية والسفن البخارية الى ضرورة ايجاد طرق سريعة للاتصالات وشدة الحاجة اليها . الرغبة في ايجاد طريقة سريعة لنقل الأخبار قديمة قدم الانسان . ويشهد على ذلك التلال المقامة عليها الفنارات . وبعيداً عن السحر والتخاطر (التليباسي) كان هناك قليل من الادراك لتقدير ذلك إلا في حالات الخطر ، وحتى في حالات الحروب لم يتم عمل شيء اكثر من اقامة سيمافورات التلغراف . اما الوسيلة فاستمرت فترة وهي التوصيل باليد . وفي عام ١٧٣٧ استخدمت الكهرباء لتوصيل رسائل لمسافة بضعة أميال حيث كان استعمال الكهرباء الأستاتيكية صعباً وغير مأمون ، كان لتطابق



(شكل (١٦٢)

مظاهرة عارمة تطالب بالدستور تمر في بلاك فيرز عام ١٨٤٨ وقد نادى المتظاهرون بحق الانتخاب والغاء شرط الملكية لمقاعد البرلمان والمساواة التامة والانتخاب بالأقتراع السري ودفع مرتبات لأعضاءالبرلمان وكل ذلك يجب ان يشمله « دستور الشعب » .

/ ظهور السكك الحديدية واكتشاف ايرستد Oersted لتأثير التيار الكهربائي على البوصلة السبب في ايجاد طريقة رخيصة ومحكمة في وقت كانت الحاجة اليها شديدة وهي اختراع التلغراف الكهرومغناطيسي ،

/ لم يكن الحافز الحقيقي لجمع حشد من المخترعين في نفس الوقت امثال مورس Morse وهويتستون Wheatstone هو ايجاد وسيلة سريعة لنقل الأخبار الخاصة بالجماهير ولكن لقيمتها المادية واهميتها في نقل اسعار البضائع والمعدات وكذلك الحوادث التي يمكن ان تؤثر على هذه الأسعار / فالأخبار معناها المال واصبح التلغراف الكهربائي هو الوسيلة لنقل الأخبار بسرعة ./

/ كان تلغراف المسافات القصيرة احد التطبيقات العملية المباشرة للكهرباء ولا يحتاج إلا الى شفرة بدائية ، ولكن الحاجة الى امتداد المسافات وازدياد الأبعاد وسرعة الاتصال كانت هي الأسباب التي اجهدت علماء الفيزياء الى اليوم والتي أدت الى الوصول الى معلومات اساسية واختراع آلات دقيقة حساسة ، وخاصة / كابل الأطلنطي الذي يصل وول ستريت بمركز النشاط المالي والتجاري في لندن الذي تم تنفيذه عام ١٨٦٦/بفضل عبقرية عمالقة الفيزياء في ذلك الوقت وليم تومسون ولورد كلفن (١٨٢٤ ـ ١٩٠٧) وكانت مهمة العلم الكبرى ايجاد مدربين يستطيعون استعمال التلغراف وهي المهمة التي اسندت الى المدارس الفنية وأقسام الفيزياء في الجامعات حيث تمت فيها معظم الانجازات الفيزيائية في أواخر القرن التاسع عشر /

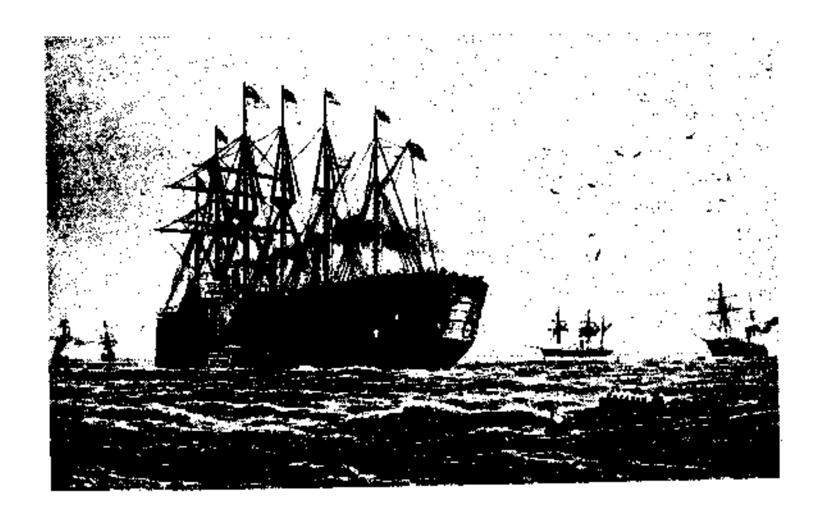
/ وفي الخمسينات ادى العلم نصيبه / وفي ذلك الوقت بدأت الصناعات الكيميائية في النمو كنتيجة لحاجة صناعة المنسوجات المتزايدة الى الصودا وحامض الكبريتيك / واكد اكتشاف صبغة الأنيلين مستقبل الكيمياء العضوية / وفي البداية اثبت العلم وخصوصاً علم الكيمياء وجوده في تطور الزراعة باستخدام المخصبات الصناعية٥ـ٤ / اما علوم الحياة فبدأت ايضاً تجد لها مكاناً خارج مجالها التقليدي وهو الزراعة ./ فكان هناك باستير Pasteur (١٨٢٢ ـ ١٨٩٥) يحاول ايجاد وسائل لتحسين صناعة البيرة والنبيذ / وتم له اول انتصار على المرض وليس مرض الانسان بل المرض الذي كان يصيب دودة القز ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة . /

/ وهنا ولأول مرة يصبح للعلم شخصية مميزة تعتمد على نفسها / حتى الطب

بدأ يتحرك مع الزمن ويقبل كارهاً المنح من الكيمياء الحديثة كمواد التخدير وفي الحقيقة شكراً للفقر والتكدس واطلاق الحريات في التجارة عامة وسوء صحة العمال في الممالك الصناعية التي زادت عن أي وقت مضى وكذلك انتشار الأمراض والأوبئة كالكوليرا التي اتت من الشرق نتيجة الوسائل الحديثة للمواصلات / كل ذلك استمر وزاد ووصلت الحالة الى درجة خطيرة هددت حياة الطبقة المتوسطة بحيث اصبحت الحاجة ماسة الى تنظيم صرف مياه المجاري ووضع بعض القيود على الأحياء الفقيرة المكتظة بالسكان٥-١١١ /.

تنظيم العلم

ملأت التسهيلات التي كانت تمنح للعلم وتدريسه ، والتي كانت بلا شك توافق مهمته ، الحياة الاقتصادية / وخاصة في انكلترا ، حيث كان العلم يجد المجال الأكبر لتطبيقاته٥-٨ / وبمجيء عام ١٨٣٠ قامت مجموعة من العلماء الشبان الانكليز بزعامة شارلز باباج Charles Babbage (١٧٩٢ - ١٨٧١) بمعارضة الحكومة والجمعية الملكية بسبب فشلها في توجيه العلم وجهته الصحيحة ليكون



شكل (١٦٣)

الباخرة الشرق الكبير تضع الكابل الأطلسي في يوليو ١٨٦٥ / وفي هذه المحاولة قطع الكابل ولم يستطع التقاطه من قاع البحر إلا بعد مرور عام / وبذلك تم الاتصال بين انكلترا وامريكا /

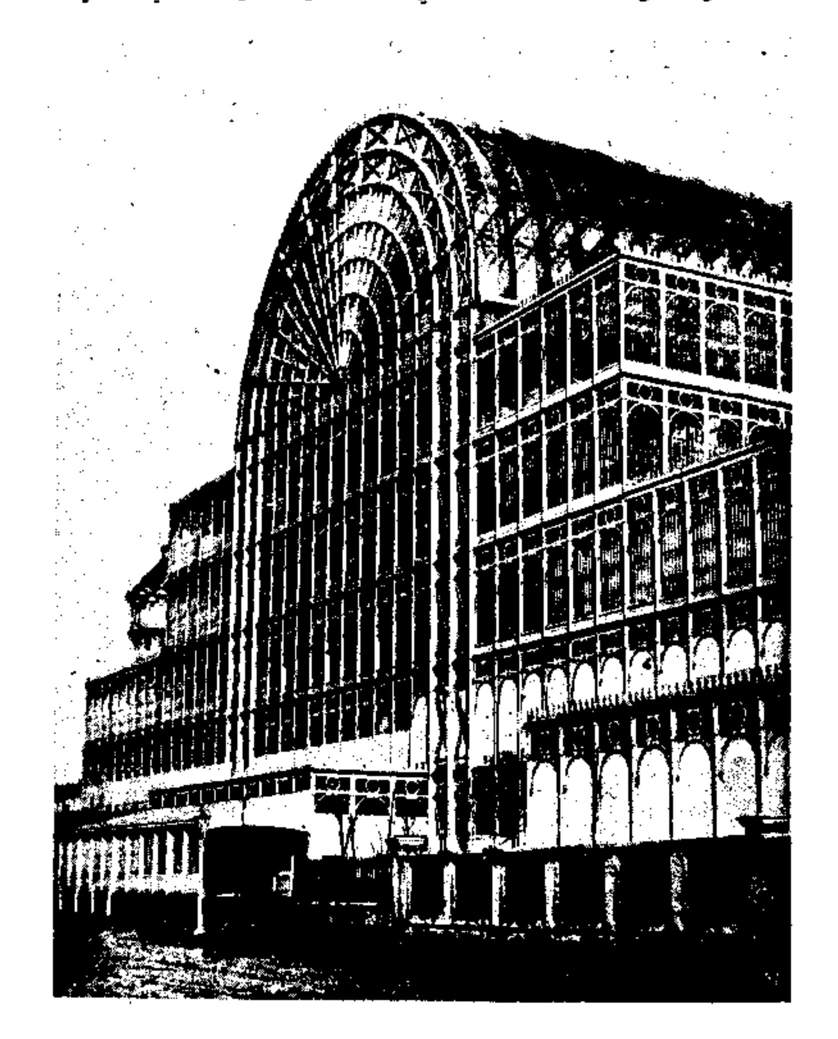
اكثر نفعاً . وفي كتابه « اضواء على تدهور العلم في انكلترا » اشار باباج الى الجمعية الملكية وذكر انها اصبحت مؤسسة قاصرة على هيئة من الاداريين يتحكمون في اختيار الأعضاء الذين لا يفقهون من العلم شيئاً حتى الذين كانوا يرعون ويشجعون العلماء . ولكن الجمعية الملكية سرعان ما استعادت مكانتها بالتدقيق في اختيار الأعضاء وبذلك نجحت في الوصول الى المستوى الذي طالب به باباج ٤-١٣ .

الجمعية الانكليزية

كان باباج وأصدقاؤه غير صبورين - ولهم الحق - على استمرار الحالة التي اصبح عليها العلم ، واشرفوا ، على تأسيس الجمعية الانكليزية لتطور العلوم عام ١٨٣١ وهو البديل الذي يمكنه ان يتحدث بالنيابة عن العلماء ، وعلى غرار هذه الجمعية قامت زميلتها الألمانية في المانيا عام ١٨٢٢ وذلك بمجهود لورنز اوكن Lorenz Oken (١٧٧٩ - ١٨٥١) وهو احد المتحمسين بين الفلاسفة الطبيعيين ولكنه كان من الأحرار الذين يوثق بهم . وقد تنازل عن كرسيه في فيينا عام ١٨١٩ ولم يقبل ان يمتثل لأوامر الرقيب على مجلة ازيس التي كان يمتلكها . يعتبر لرونز اوكن رسول النهضة العلمية الكبيرة في المانيا في منتصف القرن التاسع عشر ٥-١١ .

كانت الجمعية العلمية الانكليزية في طريقها الى النجاح وسرعان ما تحولت الى معهد واصبحت اكثر شهرة من الجمعية الملكية . حيث انها نقلت نشاطها واجتماعاتها الى كل بلد في المملكة المتحدة وكذلك مستعمراتها . كانت لقاءات الأعضاء ساحات للمناقشات والمجادلات بين العلماء في ذلك العصر . وخاصة فيما يتعلق بالصراع بين العلم والدين الذي بلغ اوجه بتلك الحوادث كخطاب هكسلي الى الأسقف ويلبر فورث Wilberforce في اكسفورد عام ١٨٦٠ وحديث تندال بلفاست Tyndall Belfast عام ١٨٧٤ مقترحين بأن الحياة يمكن ان تنشأ من جسم غير حي . كان هدف هذا المعهد هو أولاً تبسيط العلوم وجعلها في متناول العامة وثانياً تشجيع العلم وتمويل البحوث العلمية وتوجيهها الوجهة الصحيحة وهي المنفعة الوطنية العامة فمثلاً شجعت البحوث في موضوعات الزلازل والمعادن والمغناطيسية والكهرباء والجيولوجيا وعلوم الحياة . تمّ هذا التشجيع بتمويل خاص منها بدلاً من ان تمولها الحكومات كما كان الحال في البلاد الأخرى . وبحلول نهاية القرن التاسع عشر اصبح الحمل عليها ثقيلاً والمسؤوليات كبيرة ، وفي النهاية تحول

هذا الحمل الثقيل الى المعاهد الأخرى التي انشئت مثل المعمل الفيزيائي القومي



شكل (١٦٤)

القصر الزجاجي الذي اقيم في معرض ١٨٥١ وبني من الحديد والزجاج في هيدبارك بلندن . فكك واعيد بناؤه في سيدنهام عام ١٨٥٢ - ١٨٥٣ وافتتح عام ١٨٥٤ . طوله ١٦٠٨ اقدام وارتفاعه ١٧٥ قدماً.

كان من نشاطات هذه الجمعيات العلمية ذات الأثر البالغ الطلب الذي تقدمت به الى فون ليبج Von Liebig (١٨٠٣ـ ١٨٧٣) لكتابة تقرير عن الكيمياء الزراعية الذي وجه انظار الكيمائيين الى المشاكل العملية في انتاج الطعام والتي كانت البداية لمولد علمين جديدين هما كيمياء التربة والتغذية .

اثبتت مثل هذه الحركات الحاجة الى قيام صناعة برجوازية جديدة تحتضن العلم وتسترده من الطبقة العليا والجامعات حيث كان العلم قاصراً عليها في اوائل هذا القرن ، وفي منتصفه نجحت الطبقة البورجوازية في ذلك المضمار واستعاد العلم اهميته واحترامه في المعاهد العلمية .

الجمعيات العلمية

لم تستطع الجمعيات التي كانت قائمة في القرنين السابع والثامن عشر ان تجاري فيضان المعلومات الجديدة التي اوجدت المجالات العلمية الجديدة . ففي فرنسا وانكلترا واسكتلندا والمانيا وغيرها من الممالك قامت الجمعيات الكيميائية والفلكية والجيولوجية وغيرها من الجمعيات ولكل جمعية جريدتها العلمية ، وفي نفس الوقت بدأ المهندسون في انشاء معاهد تجمعهم .

العلم في الجامعات

بدأت مقاومة ومعارضة الجامعات في انكلترا وفرنسا للعلم في منتصف القرن التاسع عشر واستمرت هذه المقاومة حوالى مائتي عام ثم بدأت تنهار وتسقط وتم ذلك في انكلترا بانشاء كليات جديدة لم تلبث ان اصبحت جامعات . وفي جامعة لندن والمدن الصناعية اضيفت اقسام علمية جديدة الى الأقسام القديمة ٥ـ١٢٨ .

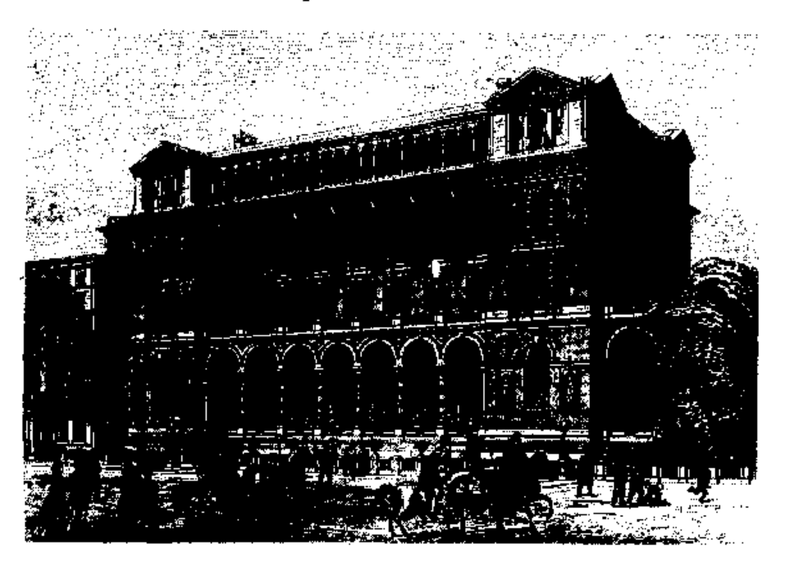
بينما كان معظم ـ ان لم يكن كل ـ العلماء في أوائل القرن التاسع عشر هواة أو تتلمذوا على ايدي آخرين كدافي وفرداي . اصبح علماء منتصف هذا القرن اساتذة مرموقين ومشهورين في جامعات المملكة المتحدة . كان المعرض الكبير الذي اقيم عام ١٨٥١ عنواناً لوحدة العلم والاختراع والصناعة مما دعا الى قيام مراكز تعليمية علمية مثل الكلية العلمية الملكية في سوث كنسنجتون ـ وفي فرنسا تمت هذه الخطوة مبكرة عنها في انكلترا بانشاء مدرسة البوليتكنيك ومدرسة النورمال العليا .

كانت المانيا متفوقة في هذا المضمار واحتلت مكان الصدارة في مجال ادماج العلم في التعليم الجامعي ، وفي الحقيقة بدأت الجامعات الألمانية في اعادة تشكيلها في فترة تحرير الأفكار من التحيز والجهل في القرن الثامن عشر ، اخذت جامعة

جوتنجن التي تأسست عام ١٧٣٦ باشراف جورج الثاني في مقاطعة هانوفر القيادة في هذا المجال .

وفي العام الثلاثين من القرن الثامن عشر بدأت الجامعات الألمانية تتنافس مع بعضها في انشاء كراسي الاستاذية العلمية والمعامل التدريبية ، وكانت جامعة ليبيج Liebig وجيسن Giessen نموذجين أولين ، جاءت المانيا متأخرة في النهضة العلمية بسبب جهازها الحكومي الأكثر انضباطاً والأقل حرية منه في فرنسا وانكلترا ولكنها استطاعت عن طريق المؤسسات ان تنجز ما لم يستطع الأفراد انجازه ، وبحلول منتصف هذا القرن استطاعت المانيا تخريج الأعداد الكبيرة من العلماء المدربين وطبع المراجع وعمل الأجهزة العلمية التي زادت عن احتياجاتها والتي امدت بها غيرها من الممالك .

كانت هذه المنجزات السبب في الزيادة الكبيرة التي حدثت في حجم وهيبة الأعمال العلمية وبذلك اكتسب العمل العلمي شيئاً فشيئاً تنظيماً واحتراماً



شكل (١٦٥)

المدرسة العلمية الجديدة في سوث كنسنجتون وهي الآن جزء من جامعة لندن شيدت عام ١٧٧٢ من دخل معرض ١٨٥١ .

واصبحت مهنة العلم مثل المهن القديمة كالمحاماة والطب وبهذا فقد العلم حريته القديمة وكذلك هويته ، ولم يغيرّ العلم من طبيعة الجامعات بقدر ما غيرت الجامعة من طبيعة العلم نفسه ، واصبح العلماء أقل حماساً في مهاجمة التقاليد السائدة واصبحوا اكثر تحفظاً وكأجهزة ارسال للتقاليد العظيمة وخاصة في المانيا حيث اتحد العلماء مع الحركات التحررية واصبحوا بعد الفشل الذي حدث عام ١٨٤٨ من المؤيدين الأوفياء للأداة الحكومية٥ـ٣ .

الطبقة المتوسطة والعلم المبسط

استمر العلم لسنين عديدة حكراً على اعداد مختارة من الطبقة المتوسطة ، وكانوا يعرفون في اوروبا « بالأحرار المثقفين » ولم يكن هناك مناص من استمرار تلك الطبقة المحصورة بلونها المعروف في العالم ، وفي منتصف القرن التاسع عشر لم يحتقروا المنفعة وكانوا يهتمون بالحركات الفردية في ذلك الوقت ويؤمنون بحتمية التطور ولكنهم كانوا يتبرأون من مسؤولية أي نتائج غير سارة أو خطرة للعلم . ومع ذلك وبالرغم من ازدياد ثرواتهم ونفوذهم انخفض مستواهم السياسي والاقتصادي ومن ناحية اخرى زاد نفوذ الصناعة والمال اسرع من نفوذ العلم ، بينما كان قادة العلم في القرن الثامن عشر يخالطون ويندمجون مع الرأسماليين في الصناعة ، استطاع القليل من العلماء في القرن التاسع عشر الوصول الى مراكز القوة والمال .

وفي الحقيقة ان العلم خلال نموه وانتشاره في القرن التاسع عشر حاول دخول دائرة الطبقة المتوسطة لكي يكون في خدمتهم وادت مجهودات الكونت رمفورد في بدء هذا القرن الى انشاء معهد للتدريب الميكانيكي وهو المعهد الملكي للعلوم الترفيهية للنبلاء والأشراف . خلق هذا المعهد طبقة متعلمة من عمال المعامل المهرة ، وتبع ذلك انشاء معاهد ميكانيكية اخرى ومنها المعهد الذي اقيم في لندن عام ١٨٢٣ والذي تفرعت منه كلية بيركبيك Burkbeck . لم تؤثر تلك المعاهدة ولا المحاضرات التي كان يلقيها توماس هنري هكسلي إلا على عدد قليل من الطبقة العمالية الجديدة التي اظهرتها الثورة الصناعية . اما عن التعليم الفني فاستمر بصعوبة في انكلترا وهي مهد الصناعات الميكانيكية٥ـ٣ . اما الذين لم يستطيعوا الحصول على معونة الغير كوسيلة للدخول في زمرة الطبقة المتوسطة اعتبروا العلم والمبتكرات التكنيكية الجديدة وسيلة لخفض الأجور واحداث البطالة .

اما الرؤ ية التي تحقق فيها للطبقة العاملة من القضاءعلى النظام الرأسمالي المستبد فقد ظهر ظلها أولاً في التجارب الرائدة التي حاولها روبرت أوين وظهرت جلية في المنشورات الاشتراكية بقلم ماركس وبعد ذلك في « الكابتال » ولم يظهر النظام الجديد بصلابته وقوته إلا في القرن التالي .

٨ ـ ٦ تقدم العلم في القرن التاسع عشر :

سجل منتصف القرن التاسع عشر من الانتصارات العلمية العدد الكبير ، بحيث لا يمكن في الصفحات القليلة القادمة إلا سرد بعض انجازاته العظيمة ، فقد تطورت علوم الفيزياء والكيمياء والأحياء وتشعبت الى علوم منفصلة ومستقلة ، ونمت بحوث عظيمة في كل مجالات الطبيعة والنواحي التكنيكية . ومن امثلة ذلك افكار بيكون تلك الأفكار التي كانوا يحلمون بها ولا يستطيعون اداءها ـ يفكرون فيها الآن بعقولهم التي تأثرت بأنظمة القرنين السابع عشر والثامن عشر انظمة المشاهدة والتجربة ثم الاحصاء ـ استمرت البحوث في كل المجالات العلمية القديمة في النمو والتعمق والتحليل لإيجاد حلول جديدة عملية لمشاكلها .

انتصارات الكيمياء

كانت الكيمياء هي علم القرن التاسع عشر لأنها كانت أهم العلوم التابعة لصناعة المنسوجات والتي كانت أهم الصناعات خلال هذا القرن . كان نمو وتطور الكيمياء مبنياً على الأسس الجديدة الثورية للنظرية الذرية وسرعان ما استطاعت الكيمياء معالجة معظم المشاكل . والمهم ذكره هنا هو ان الكيمياء اصبحت بمرور الزمن تغلف جميع المنتجات الصناعية كما ظهرت في الأسواق المنتجات المصنعة من قار الفحم كالأصباغ والعطور التي حلت محل المنتجات الطبيعية الغالية الثمن والنادرة والتي لم تكن تفي بحاجة الأسواق . وفي فترة التحول من المنتجات الطبيعية الى المصنعة انتقل مركز البحوث الكيميائية من موطنها في انكلترا في القرن الثامن عشر الى فرنسا حيث قننت واتسعت ثم الى المانيا وهي أول الأقطار التي تحقق فيها أستخدام الكيمياء في العديد من النواحي في الحياة العملية هذا التحول الذي سبب النتائج المشؤومة في القرن التالي .

حفظ الطاقة

وسط هذا التطور السريع في العلوم يقف حدثان كبيران كأهم انجازات

القرن التاسع عشر أولهما في مجال الفيزياء وهو قاعدة حفظ الطاقة والثاني في علوم الحياة وهو نظرية التطور ، يمثل الانجاز الأول كما سنرى ما حققته مجموعة من العلماء بدءاً من كارنوت Carnot الى هلمهولتز Helmholtz حول اهمية ظاهرة كونية وهي امكان تحول الطاقة من صورة الى اخرى ، وفي الحقيقة جاءت هذه الفكرة من دراسة تحول الفحم الى طاقة التي استغلت في استخدام الآلة البخارية منذ فجر الثورة الصناعية ثم صيغت هذه الحقيقة في القالب الرياضي الذي انبثق منه علم الديناميكا الحرارية Thermodynamics وأول قانون فيه هو حفظ الطاقة اما القانون الثاني فهو تحديد مدى تناولها ، كان المفروض ان يكتشف هذا القانون سادي كارنوت Sadi Carnot عام ١٨٢٤ لأن القانون الثاني وليس القانون الأول هو الذي بواسطته يمكن تحديد كمية العمل التي يمكن الحصول عليها باحتراق طن من الفحم باستخدام آلة ذات تصميم خاص ، وفي هذا الوقت كانت كفاءة الآلات لا تزيد عن ٥٪ ٣ـ٥ ٪ .

مهد القانون الأول للديناميكا الحرارية الى قاعدة التوحيد التي توضح أن قوى الطبيعة التي سبق ان اعتبرت منفصلة وهي حركات الأجسام والصوت والحرارة والضوء والكهرباء والمغناطيسية يمكن قياسها بنفس المقاييس التي تقاس بها الطاقة وانها كلها ثابتة لا تتغير ، ان صياغة هذا القانون يعيد الى الأذهان القول المأثور لهرقليتس منذ قرون عديدة : « كما أن الذهب ضروري لشراء البضائع كذلك البضائع ضرورية للذهب » وهو في الحقيقة التعبير المادي لمبدأ حرية التجارة الذي طبق في ذلك الوقت ، ان مبدأ حفظ الطاقة كان امتداداً عظيماً لمبدأ نيوتون وهو حفظ الحركة ولكن مثله لا يشمل تغيراً مستمراً ، اما التغير فيتبع القانون الثاني ولكن في حالة تدهور وليس تقدم لأنه يبين لأي مدى في أية عملية مقفلة تتحد الحرارة والبرودة وينتهيان في فتور تدريجي ولا يمكن الحصول على اي طاقة جديدة منها .

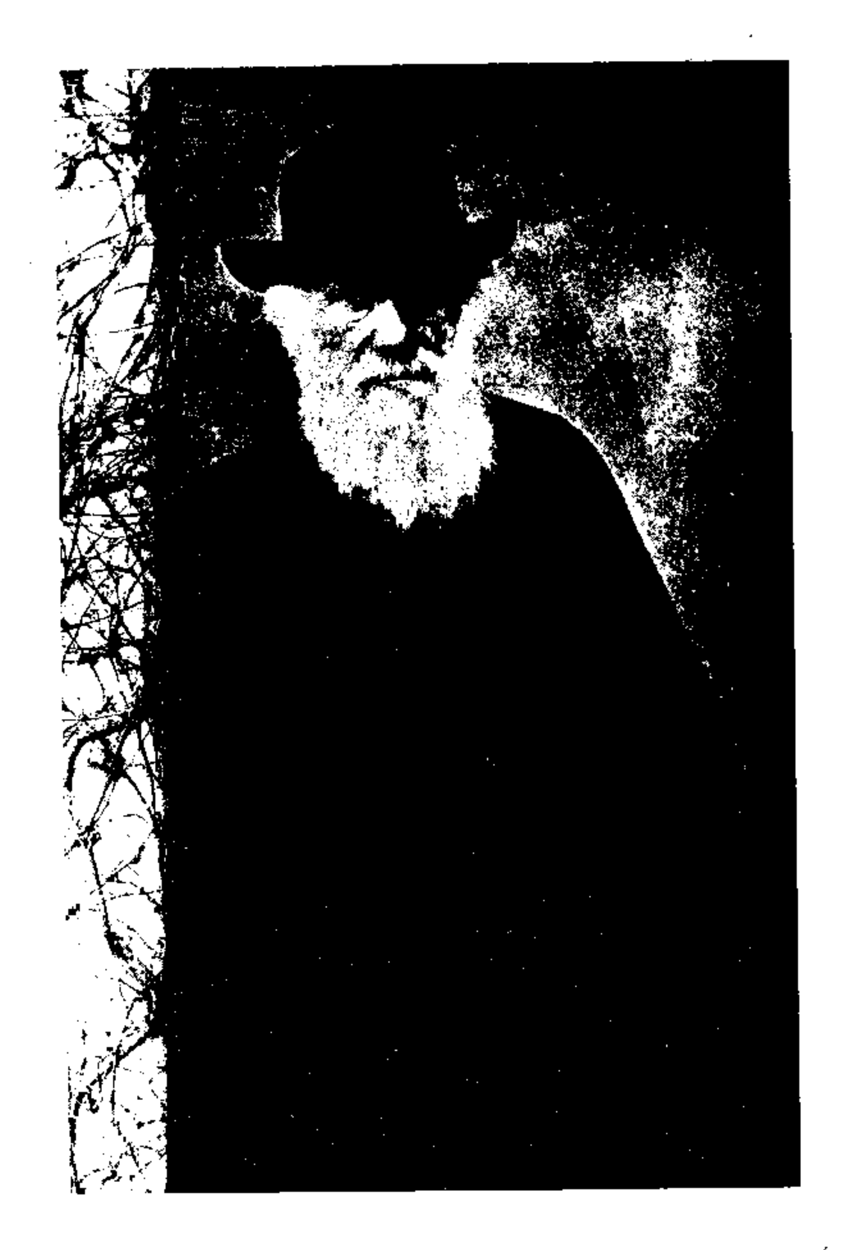
التطور

طابق هذا التصور الحياة المتطورة والمتفائلة لبرجوازية القرن التاسع عشر الذين وجدوا في نظرية التطور تطابقاً علمياً وتبريراً لآرائهم ، ان فكرة ان الأرض قديمة جداً لم تكن جديدة وسوف نرى انها بدأت في القرن الثامن عشر وتأخرت اثناء التفاعل الذي حدث في أوائل القرن التاسع عشر بسبب التحيز الكهنوتي ، وبهذه النظرية تحقق ان الحيوانات والنباتات كانت في الماضي مختلفة كل

الاختلاف عنها الآن والمغزى الطبيعي لهذا التصور ان هذه الحيوانات والنباتات الحالية قد نشأت من تلك الأنواع القديمة . كانت الأدلة التي تثبت ذلك خلال القرن التاسع عشر منبثقة من تجارب عصر بناة السكك الحديدية والقنوات . وكان من الصعب الأخذ بتفسيرات اخرى . وفي نفس الوقت اكدت المعلومات الكثيرة التي توصل اليها العلماء عن توزيع وتصنيف الحيوانات والنباتات في العالم ان فكرة الخلق المنفرد اعتباطية وغير مقبولة . ومع ذلك اخذت فكرة التطور أعواماً عديدة وعملاً شاقاً وجهداً متصلاً لأجيال عديدة من الجيولوجيين والبيولوجيين قبل ان يعلنوها وليستمع اليها العالم ويتقبل نظرية التطور العضوي وما يتبع ذلك وخاصة الفكرة اللاذعة وهي ان الانسان انحدر من الحيوان . كانت هذه النظرية الجذرية الجديدة في حاجة الى الذكاء والقدرة العلمية الخارقة لشارلس دارون Charles Darwin لكي يعلنها في أواخر عام ١٨٥٩ في كتابه أصل الأنواع «Origin of Species» .

ومنذ ان طرحت نظرية التطور اصبحت محوراً للنقاش العلمي والايديولوجي والسياسي . وقام دارون من غير قصد بهدم المذهب الأفلاطوني في عالم الأحياء كما فعل جاليليو في عالم الجماد . انجز دارون اشياء أخرى غير اعلانه لنظرية التطور فقد قدم فكرة « الانتخاب الطبيعي » Natural Selection التي قضت على نظريات ارسطو نهائياً . فلا عجب ان علماء اللاهوت الذين ينظرون الى صورة العالم في وضع نهائي ثابت ان تبرأوا وتنصلوا منه . اما الصدمة الكبرى فكانت في تصور الانسان وهو الفريد بين المخلوقات ان يكون مجرد قرد متميز ، ومعنى ذلك ليس فقط تحطيم كل المعتقدات الدينية بل ايضاً القيم السرمدية للفلسفة المنطقية . كان من السهل لتلك المعتقدات النهوض ، من كبوتها من تلك الصدمة القوية .

كانت فكرة التطور في ذلك الوقت في صراع حاد وسط المعركة بين التقدم والتفاعل وبين ردود الفعل ولقد اوجدت هذه النظرية اصدقاء بقدر ما اوجدت اعداء ، فكانت سلاحاً في ايدي رجال الصناعة الماديين ضد المحافظين العاطفيين من ناحية والاشتراكيين المثاليين من ناحية اخرى . اعطت هذه النظرية نعمة وبركة علمية للمنافسة المفيدة وحققت النجاح لكل مجتهد تطبيقاً للمذهب القائل « البقاء للأصلح » «Survival of the Fittest» . وكلما اكتسبت نظرية التطور ارضاً جديدة ونالت تعضيداً وتحمس الجيل الجديد من العلماء اصبح للعلم نفسه صدى جديد



شارلس دارون (١٨٠٩-١٨٨٢) اخذت له في أواخر ايامه من كتاب فرنسيس دارون «شارلس دارون» لندن عام ١٩٠٢.

ولكنه ظل بعيداً عن المحيط الاشتراكي العام(*)(١٥) .

حاول اتباع جون ستيوارت مل John Stuart واوجست كومتي Auguste Compte (١٧٩٨ ـ ١٨٥٧) وهيربرت سبنسر Herbert Spencer ١٨٦٠ ـ ١٩٠٣) تحقيق حرية المهن الحرة والاشادة بذكرى القرن التاسع عشر بأنه العصر الذي وجد فيه الانسان أخيراً الطريق الصحيح الذي تحقق بالعلم والمنطق / لم يكن هذا الطريق ممهداً ولا كاملاً بغير عيوب فكان لا يزال هناك بعض العقبات من الماضي يجب التغلب عليها والتخلص منها / وكان يجب المضي قدماً في طريق التقدم ولكن كان واضحاً أن هذا التقدم انما هو امتداد مباشر للحاضر ـ الاكثار من الألية والمخترعات وتكديس الأموال ومزيد من وسائل الراحة اكتسبتها الطبقات الفقيرة المستحقة تبعاً لمبدأ «الاستغناء عن معونة الغير» / اظهر صمويل سميل Samuel Smiles الذي صاغ هذه العبارة في مجموعته عن تاريخ حياة مؤسسي الصناعة الحديثة شعوراً وشهامة تاريخية مميزة اكثر بكثير ممن سبقوه في هذا المضمار / وبالرغم من انه ينتمي الى مذهب الفردية Individualism إلا انه في أواخر حياته ايقن ان هناك شيئاً ضرورياً غير « الاستغناء عن معونة الغير » يجب ان يتم واصبح مبشراً للتعلم الفني للعاملين٥ـ١١٥ /.

ظهور الاشتراكية

ظهر ما تمناه الفقراء كنتيجة للتقدم في « الميثاق » ، والحركات الثورية للقرون الوسطى وتمرد حكومة العامة في باريس عام ١٨٧١ التي جاءت عقب البؤس والتعاسة الناتجة من الحروب والحصار / أما فيلسوفهم كارل ماركس فقد فصل من وعي الطبقات المفكرة المنعمة / ومع ذلك لم يستطع المخلصون منهم ان يغمضوا اعينهم ويسدوا آذانهم عن رؤية وسماع ان هناك شيئاً خاطئاً في قلب ازدهار القرن التاسع عشر / تحركت جموع الفنانين والشعراء والكتّاب للاحتجاج على الرعب الذي تعيش فيه المدن الصناعية وانحطاط الروح الجمالية والتباهي السوقي للثراء / وفي مواجهة ذلك وجد هؤلاء المثقفون أول نصير لهم في محاولة الرجوع الى مثالية القرون الوسطى / ان حركة اكسفورد وكيبل Keble (١٧٩٢ ـ ١٨٦٦) ورسكن Ruskin (١٨١٩ ـ ١٩٠٠) وخلفاء روفائيل تمثل أول التفاعلات التي اصبحت في أواخر هذا القرن جزءاً لا يتجزأ من اشتراكية وليم موريس William Morris /.



شكل (١٦٧)

/ الملك كوفتـوا Cophetua والشحاذة ، من رسم السير ادوارد بورن جونز Sir Eduward Burne - Jones (١٨٣٣ ـ ١٨٩٨) . نموذج لفن العصور الوسطى قبل روفائيل .

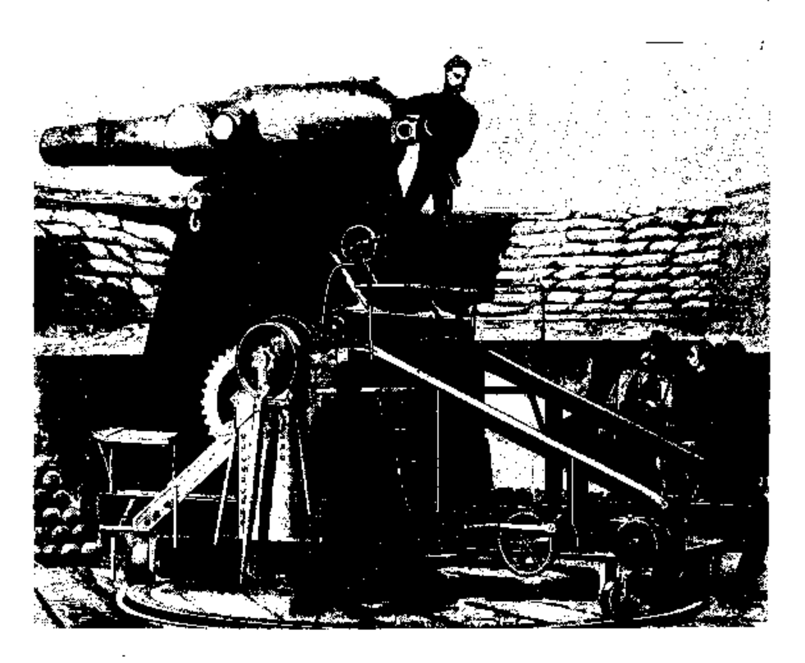
رفض الفنانون والأدباء التصنيع كما رفضوا العلم حيث انهم شعروا ـ ولهم بعض الحق ـ انه تميز بالانتاج الآلي وكل ما نتج عنه٥ـ٣٩ ، ومنذ منتصف هذا القرن حدث انفصال بين رجال الانسانيات والعلماء وهو الشيء الحادث اليوم والذي اصبح خطراً ، وكان تأثيره المباشر عدم وجود تعاون بين فرعي المثقفين والذي بدونه لا يقوم أي نظام بناء للمجتمعات الاقتصادية والاجتماعية ، فبينما رجال الانسانيات لا يعرفون إلا المشاعر المؤثرة يتعمد العلماء ببرودهم عدم المبالاة بالفن والجمال أو العدالة الاجتماعية حيث انها جميعاً بعيدة عن نطاق بحثهم٥ـ٢١، ٥ـ١١٧ .

٨ ـ ٧ أواخر القرن التاسع عشر

بدأت قرب أواخر الستينات من هذا القرن المرحلة التفاؤلية للرأسمالية تقترب من نهايتها . ان الانخفاض الكبير الذي بدأ في السبعينيات كان علامة لمرحلة انتقال بين عصر التجارة الرأسمالية الحرة مع بريطانيا كمصنع للعالم كله وعصر جديد للتجارة الأكثر انتشاراً وتركيزاً على الرأسمالية مع فرنسا والمانيا والولايات المتحدة تحت شعار حماية الأسواق ، كان من نتيجة كثرة الانتاج بسبب الثورة الصناعية ان واجه اصحاب المصانع مشكلة تكدس المنتجات وعدم تصريفها ، وفي ظل الرأسمالية لا يمكن اسناد ذلك الى العمال الذين صنعوها ، ولما كان استثمار رأس المال محدوداً في داخل الوطن أدى ذلك الى انتاج بضائع تزيد عن المطلوب ، ومن ثم الى بحث محموم عن اسواق جديدة في العالم كله ، وسرعان ما امتلأت هذه الأسواق بالبضائع المستوردة والنتيجة المنطقية هي امتداد الاستعمار وقيام الحروب الصغيرة تهيئة للحروب الكبيرة التي نشبت في القرن التالي .

وكمرحلة انتقالية من الصعب تحديد ابعادها وخاصة في مجال العلوم ، ولكن من السهل ان تعرف ذلك اذا استعدنا تطور الأحداث لأن التغير تم ببطء وانتظام دون حدوث شيء يوقفه ، والذين عاصروا هذه المرحلة لاحظوا ان العلم كان يتقدم بسرعة متزايدة ومع ذلك بدأ الشك يظهر ، فيما اذا كان هذا التقدم سوف يؤدي الى مستقبل لا حدود له من التقدم المثمر ، واذا نظرنا الى نهاية القرن التاسع عشر نجد ان هذه الفترة نهاية وبداية ، فهي من ناحية كانت منحنى هادئاً لطريق نيوتون العلمي العظيم ومن ناحية اخرى كانت اعداداً لثورات عاصفة علمية

/ وسياسية حدثت في القرن العشرين / وفي الصناعة كانت هذه الفترة انتقالية ايضاً فبينماامتدت الصناعات القديمة ببطء في انكلترا فقد امتدت بسرعة كبيرة في كل من المانيا والولايات المتحدة وتبع ذلك تغير جذري في طبيعتها / فقد أدت المنافسة بين المصانع الصغيرة الى تكوين الشركات الكبيرة التي سرعان ما احتكرت الأسواق خلال القرن العشرين / كان الانتقال والتغير واضحا في الصناعات المعدنية والهندسية حيث استعين بالعلم مرة اخرى بعد طول غياب / وخاصة في الصناعات الكيميائية والكهربائية الجديدة التي تدين للعلم بفضل وجودها / وبنمو هذه الصناعات ظهر لأول مرة رجال امثال كلفن واديسون وسيمنز وبرونر / وفي الحقيقة لم يتحول رجال الأعمال الى علماء بل بالعكس تحول العلماء الى رجال أعمال٥ـ٣ /



شكل (١٦٨)

/ طبق العلم والتكنولوجيا في الحرب بتصميم وانتاج اسلحة اكثر تدميراً وخاصة استخدام الطرق التكنيكية المتطورة في الصناعات الثقيلة . صمم الكابتن الكسندر مونكريف Alexander Moncrieff المدفع الذي ينقل على عربة عام ١٨٦٨ ، وأمكن بذلك ان ينطلق المدفع من اعلى الحاجز ثم خفضه عن الأعين لملئه بالقذيفة الجديدة . من اخبار لندن المصورة عام ١٨٦٨ .

/ ونرى أيضاً لأول مرة استخدام العلم على نطاق واسع في الحروب : الغواصات والتوربيدات والمتفجرات الشديدة والمدافع الكبيرة ، وكان هذا ابتداء ميكنة الأدوات الحربية / كانت أهم المظاهر الصناعية في أواخر القرن التاسع عشر هي الاعلان عن الصلب الرخيص وادخال الطاقة الكهربائية وكذلك بدأ استخدام الآلات ذات الاحتراق الداخلي التي احدثت ثورة كبيرة في وسائل النقل في القرن العشرين / ولا يقل أهمية في نتائجه عن هذه التطورات الصناعية بدء ونجاح استخدام الطب العلمي الذي خفض من نسبة الوفيات التي كانت تسببها الأمراض المعدية والتي سمحت بارتياد المناطق الاستوائية النائية ./

/ عصر الصلب

جاءت أولى خطوات التطبيقات العلمية لتطوير صناعة الحديد التقليدية على يدي بسمر Bessemer (١٨١٣ ـ ١٨٩٨) وكان منتجاً ذا عقل مرتب ترتيباً علمياً خارج دائرة الصناعة ./ بدأ هذا التطور منذ عام ١٨٥٤ فقد أوضح انه في الامكان صناعة الصلب بكميات كبيرة وبثمن أرخص / وتم له ذلك في اضيق الحدود حيث ان هذا التحول كان في حاجة الى استخدام حديدذي درجة عالية من النقاء / وفي عام ١٨٧٩ استعمل جيلكريست توماس Gilchrist Thomas الفرن المبطن المفتوح ، وبه امكن استخدام الفحم ذي الدرجة المنخفضة في النقاوة في صناعة الصلب ، وبذلك ارتفع انتاجه٥ـ١٢٤ / واهم من هذا في مجال الصناعة هو تغير المركز الجغرافي ومركز الجاذبية للصناعات الثقيلة / باستخدام الأفران المبطنة والمكشوفة اصبحت طبقات خام الفوسفات في اللورين في متناول صناعة الصلب / وفي عام ١٨٧٠ اتحدت هذه الصناعة مع انتاج فحم الرور خلال النجاح الذي احرزته الصناعات الحديثة في مقاطعة بروسيا في حربها ضد فرنسا /

/ ظهور الصناعات الألمانية

ومنذ ذلك التاريخ ظهر مركز آخر في اوروبا لصناعة الصلب لم يلبث ان تطور وفاق ذلك الذي في انكلترا / وعلى اساس هذا الحديد الصلب ظهرت صناعات جديدة اكثر انتظاماً وارتباطاً بالدولة منها في انكلترا / وبالرغم من ذلك استمرت انكلترا محتلة مركز القيادة بصناعاتها المتعددة بسبب سيادتها على معظم الدول النامية في العالم ./

/ كان التنافس بين الدول في ذلك الوقت ضرورة لا بد منها وكان هذا هو

السبب الرئيسي في نشوب الحروب في القرن العشرين ، ظهر هذا التنافس بجلاء في تصدير السكك والمركبات الحديدية والآلات الزراعية والتعدينية لفتح أسواق واكتشاف اراض جديدة ، اقتضى هذا اتساع تجارة الملابس وأدوات الحرب الصغيرة والآلات الصلبة ، كل ذلك كان عماد الاستعمار في منتصف القرن التاسع عشر ، اما ما تبقى من الصلب وخاصة سبائكه الجديدة فقد استخدمت في صناعة السفن الحربية والمدافع الثقيلة .

الصناعات الكهربائية

وكما رأينا لعبت الكهرباء دوراً حيوياً في قيام ثورة وسائل المواصلات في منتصف القرن التاسع عشر ، ان توليد الكهرباء بواسطة القوى الميكانيكية واستخدامها في نقل الطاقة اصبح ممكناً بعد اكتشاف فاراداي التأثير الكهربائي وتجربته لايضاح كيفية عمل الدينامو الكهربائي ، ولا يرجع عدم استخدام الدينامو لفترة خمسين عاماً لأسباب فنية ولكن لأسباب اقتصادية٥-٣ .
اعتمدت صناعة منتصف القرن التاسع عشر على التركيز على وحدات القوى كالآلات البخارية الثابتة في المصانع والمركبات الحديدية والآلات البخارية للسفن ، كانت الوسيلة الوحيدة لنقل الطاقة الى مسافات بعيدة هي نقل الفحم بالبواخر وبازدياد ميكنة الصناعات الصغرى كان من الضروري انتاج وحدات صغيرة لتوليد القوى اصغر من التي تدار بالبخار وكان الحل أولاً استخدام الآلة التي تدار بالغاز ، وهي أول آلة عملية تدار بالاحتراق الداخلي وهي التي ادت الى الآلات التي تدار بالزيت والبترول والتي احدثت الثورة في المواصلات في القرن العشرين .

اثبت المحرك الكهربائي انه وسيلة سهلة تفي بحاجة الصناعة باستخدام وحدات قوى استاتيكية صغيرة ، وتوقفت قيمة هذا المحرك على توافر شبكة كهربائية وهذه الشبكة لا يمكن وجودها إلا اذا كانت هناك الحاجة اليها في امور اخرى غير الأماكن الصناعية ، هذه الأمور لا بد وأن تأتي نتيجة تطور الخدمات المنزلية ، وبمرور الزمن امتدت شبكات المياه والغاز وبعد ذلك اسلاك التلغراف والتليفونات مسافات بعيدة وكان توماس الفا ايديسون Thomas Alva Edison (١٨٤٧-١٩٣١) كاتب التلغراف الجريء هو الذي قفز وسبق منافسيه واضاء الطريق باختراعه المصباح الكهربائي .

ومنذ ان اصبحت الكهرباء تولد وتوزع للانارة اصبحت تستعمل لايجاد الطاقة وبذلك تم مولد طريقة جديدة رخيصة عالمية لتوزيع الطاقة التي اصبحت في متناول الصناعة ووسائل المواصلات، لم يتم استخدام الكهرباء بكل الامكانيات إلا في القرن العشرين / اوجدت هذه الانجازات الصناعات الكهربائية الثقيلة والتي تختلف عن الصناعات القديمة الصغيرة في انها ابتكارات علمية من بدء نشأتها / كانت هذه الصناعات مرتبطة بالاحتكارات الأخرى في الأعمال الهندسية الكبيرة وكذلك التلغرافات والتليفونات / اما العلم فكان له مجال آخر هام / فقد انشئت المعامل للبحوث الصناعية / ولم يكن معمل اديسون إلا مخزن غلال وفيه اجرى بعض تجاربه واظهر ضرورة استمرار التجارب لزيادة الانتاج١٠٢-٥ /

الطب العلمي

بينما كانت هذه الانجازات تغير من طريقة اداء الأدوات الميكانيكية الموجودة في ذلك الوقت كان هناك حدث هام بدأ يأخذ مكانه في حياة الانسان هو الطب العلمي / والسبب في تأخر هذا الحدث عن الأحداث الأخرى هو ان تركيب الكائن الحي اكثر تعقيداً وأكثر دقة من تركيب اصعب الآلات الميكانيكية ومن أي تفاعل كيماوي ولذلك جاءت الأسبقية لفهم هذه الآلات والكيماويات قبل أي خطوة نحو حقيقة جسم الكائن الحي /

بدأ الطب سراً غامضاً منذ بدء الحضارة الانسانية ، وبالرغم من التقدم في المعلومات التشريحية والفسيولوجية في العصور القديمة والحديثة لم يستطع الطبيب عمل شيء للمريض غير تخفيف آلامه وتهدئة اعصابه وتشخيص المرض وتطوره / ورغم ان المريض في كثير من الاحيان كان يشفى طبيعياً فإن الطبيب كان يكافأ لعنايته به / كما كانت العقاقير في مجملها تعتمد على وسائل الطب القديم الذي كان بدوره يعتمد على خليط من الطب الشعبي والسحر والجزء الآخر من العقاقير المعدنية القوية التي ادخلها في الطب بارسلسس Paracelsus في عصر النهضة ، وفي الحقيقة كانت كلها لا فائدة منها(*)(١٦) /

تم القليل من وسائل الوقاية الناجحة مثل استعمال الكينين ضد حمى الملاريا والتطعيم ضد مرض الجدري / ولكن جاء ذلك عن طريق الصدفة / وبسبب عدم اجراء التجارب وغياب النظريات لم يكن ممكناً تعميمها / وكما سنرى بدأت الاكتشافات الطبية باستخدام الكيماويات في الصناعات البيولوجية مثل صناعة البيرة والنبيذ الذي ادى الى اول ادراك ان الأمراض القاتلة مثل الجمرة الخبيثة وداء

الكلب والكوليرا والطاعون تتسبب من الهجوم على جسم الكائن الحي من الخارج وكذلك معرفة طريقة محاربتها والوقاية منها .

ومنذ ذلك الوقت اصبحت مقاومة الأمراض ممكنة ، وفي المراحل الأولى اصبح واضحاً ان الانسان نفسه يمكنه من خلال العلم ان يتغلب على ما كان يعتقد انه القدر الأعمى الحقود أو العناية الألهية الغامضة الخارجة عن ارادته ، وفي هذا فقط اثبت العلم وجوده ، ومع ذلك اظهرت هذه التطورات العظيمة في العلوم الطبية الحديثة مدى فقر المستعمرات وانخفاض المستوى الصحي للأوساط الصناعية التي ساندت وارتكزت عليها المدنية التي تظهر غنية وقوية ولكن على السطح فقط ، ان اسباب تفشي الأمراض ليست كامنة في الجراثيم نفسها ولكن في الظروف والأحوال التي منحتها الفرصة لكي تنمو وتتكاثر وتنتشر ولم يوقف خطرها لا الأمصال ولا الفكسينات فأصبحت وباء مستوطناً حتى في المجال الاقتصادي نفسه .

التسابق على الاستعمار

بانقضاء القرن التاسع عشر ركزت اوروبا الصناعية عيونها على مناجم الفحم في البلدان الواقعة حول بحر الشمال التي زاد عدد سكانها بحيث اصبحت لا تستطيع الاعتماد على نفسها لقلة مواردها واصبح ضرورياً استيراد كميات كبيرة من الغذاء والمواد الأولية من شرق اوروبا وخاصة روسيا وكذلك امريكا . كان هذا هو السبب الذي أدى الى تطور طرق الزراعة وطرق حفظ ونقل المواد الغذائية ، وبالرغم من ان هذا التطور في طرق الزراعة لم يزد غلة الأرض إلا انه في الحقيقة زاد من نصيب الفرد ، كان من السهل تطبيق ذلك في البلدان الواسعة المفتوحة ذات العدد القليل من السكان كأمريكا وليس في الدنيا القديمة حيث لا يزال الاقطاع مسيطراً على القرى في شرق اوروبا وآسيا .

ان ادخال الآلة في الزراعة واستخدام السكك الحديدية والبواخر في النقل البحري غير العلاقة بين الانسان وموارد الطعام تغيراً جذرياً ، وقبل ذلك حتى بعد انجازات القرن الثامن عشر كان ٨٠ ـ ٩٥٪ من الطعام المنتج يستهلك في مكانه اما ما تبقى وهو ٥ ـ ٢٠٪ فكان يستهلكه عمال المدن والقلة الغنية ، استطاعت الممالك التي كانت تعيش على التجارة كهولندا في القرن السابع عشر أو على الصناعة كبريطانيا في القرن التاسع عشر ان تحافظ على عدد كبير من سكان المدن

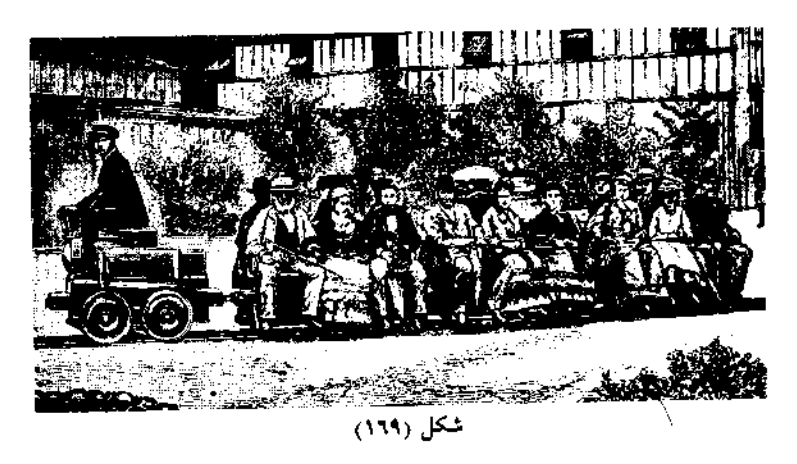
بجلب ملايين من الفلاحين من جميع انحاء العالم للعمل في مزارعهم الصغيرة الخاصة وباستخدام الميكنة الزراعية تضاءلت فئة العمال الزراعيين ولكنهم امدوا المدن بكميات خيالية من المنتجات الزراعية ، وفي أول الأمر اقتصر ذلك على الحبوب ثم امتد الى اللحوم والأسماك وباستعمال الثلاجات والتعليب اقتضى الأمر القيام بالبحوث العديدة في الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة .

ان طرق استخدام الميكنة وخاصة في الأراضي البكر يشبه تماماً مغامرات الكشف عن المناجم التي انتشرت في ذلك الوقت ولكن كان للتوسع في تطبيقها آثار ضارة كثيرة فباستعمال المخصبات امكن تعويض الأرض جزئياً عما تفقده بسبب انهاكها واستغلالها ولكن فتح ذلك الطريق الى التعرية المدمرة للأرض في القرن التالي .

وفي اكتشاف الأراضي شرقاً وغرباً واستغلالها أولاً في الزراعة ثم في الصناعة بفضل استخدام الصلب في صناعة الآلات الزراعية وطرق المواصلات استطاعت الدول القديمة استثمار رؤوس اموالها احسن استثمار ، اختلفت نهاية هذا الاستغلال في الشرق عنها في الغرب ، كان شمال القارة الأمريكية منذ اكتشافها مستعمرة برجوازية وكانت هذه الطبقة حتى قبل الحرب الأهلية تنمي رؤوس اموال سكانها فازداد ثراؤهم باستغلال موارد القارة الأصلية وبأيدي وسواعد عشرات الملايين من المهاجرين الفقراء من أوروبا وفاقت ثروات ديوبونت Dupont واستور Astor وروكفلر Rockefeller ومورجان Morgan وامثالهم ثروات زملائهم في اوروبا وزاد نفوذهم وبذلك حولوا الولايات المتحدة الى قلعة الرأسمالية .

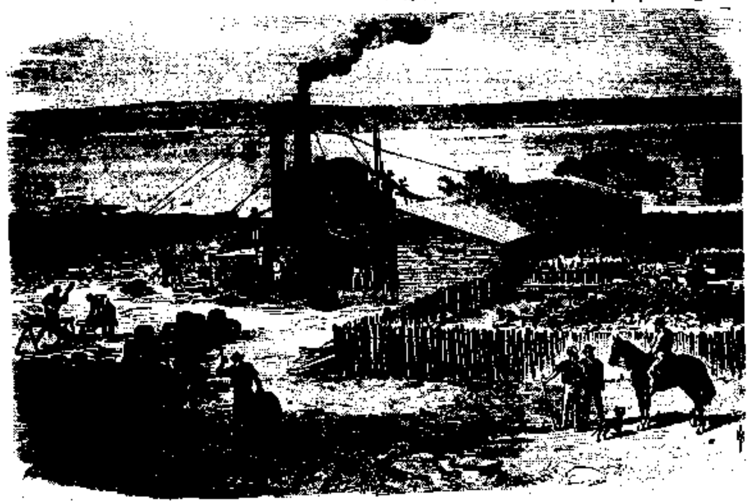
ومن ناحية اخرى ادى حكم الفرد المطلق في روسيا وبقايا الاقطاع بالاضافة الى استغلال رؤوس الأموال البريطانية والفرنسية والألمانية الى تأخر النمو والتطور فترة من الزمان ولكن بعد زوالهم نتيجة الثورة اصبح الطريق ممهداً لقيام أول دولة اشتراكية .

وفي الشرق بقيت الهند والصين دولتين مستغلتين الأولى بطريق مباشر اما الثانية فبطريق غير مباشر ، وسمح لدولة واحدة وهي اليابان بأن تكون نموذجاً للدولة الرأسمالية المتحضرة ، مبتكرة كل النماذج المدنية والثقافية الغربية بما في ذلك العلمية ولكنها استخدمتها لتنشىء على اسس اقطاعية دولة عسكرية فقيرة غير مكبوتة العواطف٥ـ١٣(*)(١٧) .



شكل (١٦٩)

أول تجربة للمركبة الكهربائية كانت مركبة ورنر سيمنز Werner Siemens الكهربائية عرضت في معرض بريطانيا عام ١٨٧٩ وكانت تسير على قضبان ، ادت هذه التجربة الى اختراع الترام ثم السكك الحديدية الكهربائية .



شكل (١٧٠)

ادت صعوبة المواصلات الى تلف كثير من المنتجات الغذائية في العالم ، في هذه الصورة قطعان من الأغنام يستخلص منها الشحم فقط . كانت المسافات شاسعة بين استراليا والقارات الأخرى ولم يكن من الممكن حفظ اللحم فأصبح عديم القيمة ، من اخبار لندن المصورة ١٨٦٨ .

٨ ـ ٨ العلم في أواخر القرن التاسع عشر

في هذه الفترة القصيرة والمزدحمة بالانجازات العلمية مثل نهاية القرن التاسع عشر لا يتوقع المرء حدوث كثير من التطورات في المسائل النظرية الهامة ففي العلوم الفيزيائية كانت هذه الفترة فترة انتقال بين التقدم العظيم الذي تم في أوائل القرن التاسع عشر وبدأ التحقق من نتائج بحوث من نوع آخر تلك البحوث التي ادت الى التطور المتفجر في القرن العشرين / وفي مجال علوم الحياة بدأ مجال جديد وهو دراسة الميكروبات والاقتراب من فهم المسائل الفسيولوجية على اساس فيزيائي كيميائي .

النظرية الكهرو مغناطيسية للضوء

كان الانجاز الأكبر الذي تم في مجال الفيزياء في هذه الفترة هو صياغة ماكسويل Maxwell للنظرية الكهرومغناطيسية للضوء / هذه النظرية ضمت معا في نظرية شاملة نتائج جيلين من التجارب والنظريات في مجالات مختلفة للفيزياء وهي الكهرباء والمغناطيسية والبصريات ، وأعطت لهم صياغة رياضية بسيطة ولو أن هذه الصياغة نصر للفيزياء الرياضية إلا انها تعتمد في اثباتها على انشاء وحدات كهربائية دقيقة الأمر الذي تطلب إقامة صناعة كهربائية متطورة / ومن ناحية اخرى ارست معدلات ماكسويل الأسس النظرية لمستقبل الهندسة الكهربائية وهي من الأمور المعقدة ذات التأثير المتبادل بين النظرية والتطبيق .

كانت النظرية الكهرومغناطيسية تتويجاً للانجازات التي كان يحلم بها فرداي بأن هناك ارتباطاً بين كل قوى الطبيعة وباضافة ذلك الى قوانين الديناميكا الحرارية تكون الفيزياء قد انجزت كل شيء يتعلق بها ، وهي الفكرة التي تحطمت ببساطة في القرن العشرين ، وكانت هي البداية للفكرة الأساسية وهي ضرورة وجود الموجات الكهرومغناطيسية نظرياً والتي اثبت وجودها عملياً هيرتز Hertz وادى ذلك الى استخدامها في صنع التلغراف اللاسلكي وكل ما يمكن ان ينتج عنه .

الجدول الدوري للعناصر

وفي الكيمياء شملت هذه الفترة تعميماً اساسياً وهو الجدول الدوري لمنديلف الذي وضعه عام ١٨٦٩ وظهر في الوقت الذي كان يجب ان يوضع فيه

حد لوجود انواع عديدة من المواد ولإيجاد تفسير كامل لرأي جديد عن المادة وهو انها تتكوّن من عدد لا يتغير من الذرات ولكن في تجمع مؤقت لعدد قليل من الجزيئات الأساسية يمكن لها التغير والتحول / كان مندليف هو كوبرنيكوس النظرية الذرية أما جاليليو ونيوتون فسيأتيان بعد ذلك .

وفي الكيمياء العضوية قضي على الفوضى الناتجة من عدم قبول النظرية الذرية وفي نفس الوقت تم تطور عظيم وسريع في معرفة تركيب المواد الطبيعية وامكان تصنيعها وتوليفها / وبنهاية هذا القرن اصبحت البحوث الكيميائية جزءاً لا يتجزأ من الصناعات الكيميائية الجديدة والتي وصلت الى قمة انتصارها بتوليف الأصباغ ثم العقاقير / تكاثر عدد الكيميائيين بحيث اصبحوا يمثلون اكثر من نصف عدد المشتغلين بالعلوم .

معامل الأبحاث

استدعى الاستغلال الكبير للعلم والعلماء الى التوسع في تدريس العلوم



شكل (١٧١)

معمل الكيمياء في مدرسة الكيمياء بجامعة لندن عام ١٨٤٦ ؛ من لندن المصورة (١٨٤٦) .

وانشاء المعاهد العلمية ، وكانت أول هيئات مبتكرة تقام هي معامل الأبحاث الصناعية التي نمت نمواً بطيئاً وكانت ملحقة بالمصانع أو امكنة الاختبار للمخترعين الذين انقلبوا الى رجال اعمال مثل سيمنز وايديسون . ونمت ايضاً المعامل الجامعية بسبب استغلال الاكتشافات العلمية الجديدة التي تعني الحاجة الى مزيد من الوظائف العلمية مما جذب الى الجامعات مزيداً من الطلاب . وبالرغم من معارضة الكثيرين فقد اعتمدت الأكاديمية العلمية على النجاح الذي احرزه العلم في الصناعة ومع ذلك ترك الدور الأكبر للهواة ليتمتعوا بالحرية ما داموا يحترمون الحدود التقليدية في السياسة والدين .

سيادة العلم الألماني

كانت الزيادة الكبيرة في عدد الجامعات ومعامل الأبحاث العلمية من نصيب المانيا ففيها انشيء العديد من المعاهد الصناعية الأمر الذي جعل المانيا تسود العالم فى المجال العلمى فى أواخر القرن التاسع عشر . اما انكلترا وفرنسا فقد حاربا هذا الاتجاه بدافع من تقاليدهما . تفوقت اللغة الألمانية واصبحت اللغة العلمية العالمية . اما العلماء الألمان فكونوا لهم امبراطورية غزت شمال ووسط وشرق اوروبا كما انهم نشروا نفوذهم على العلم في روسيا وامريكا واليابان واصبح العالم الألماني هو النموذج الذي يحتذى به في جميع انحاء العالم . وككل مثقفي المانيا سالم العلماء تحالف الاقطاعيين العسكريين والرأسماليين الذين كانوا يحكمون تلك الدولة الفتية الصناعية النامية . كان هذا الوفاق والأخلاص اشارة الى الخطوة التالية وهي تطوير العلم وجعله في خدمة الدولة في الأمور العسكرية .

الركود الكبير

كانت نهاية القرن التاسع عشر شبيهة ببدايته . فقد اتسمت برد فعل الفلاسفة الذين كانوا يحاولون الحد من انتشار العلم والتقليل من شأنه . ولكن بينما كانت البداية رد فعل مباشر موجه الى آثار الثورة الفرنسية . كانت النهاية ردود فعل املتها ادراكات قلقة لثورات اجتماعية قادمة . بالرغم من الثروات العديدة التي تجمعت نتيجة عمليات التصنيع والتي اعتمدت كثيراً على الأنجازات العلمية وبالرغم من المستقبل الذي كان يبشر بانجازات اخرى جديدة زادت توترات المجتمع بدلاً من تحقيقها . ولم يكن في الاستطاعة انكار

الشعور بالاحباط والضياع بين صفوف المثقفين / شعور بنهاية القرن الذي كان حقيقة مؤكدة / وظهر وخاصة في اوروبا بأن الاشتراكيين الماركسيين مزودون ببديل احسن للطبقة العاملة في الصناعة / وهنا كان التأثير الأكبر على الحركة الفلسفية / ولكن لعدم مبالاة انكلترا وامريكا التقليدية للفلسفة كانتا غير محصنتين ./

كانت هناك عودة من مبدأ الأيمان المطلق والمادية المتفائلة التي سادت منتصف هذا القرن صوب فلسفة ماك Mack (١٨٣٨ - ١٩١٦) الوضعية واستوالد Ostwald (١٨٥٣ - ١٩٣٢) ، وتحت رداء تطهير العلم من تعقيداته العقلية غير الضرورية ازيلت المادية وحلت محلها مجموعة من المشاعر أو الخيالات المريحة ./ هذه الفلسفة وغيرها من الفلسفات كفلسفة برجسون Bergson (١٨٥٩ - ١٩٤١) ووليم جيمس William James (١٨٤٢ - ١٩١٠) وكلها تحاول ابعاد حفزة الثورة عن العلم والسخرية من أي فكرة ممكن ان تؤدي الى تطور جوهري في مصير الانسانية/ ولجعل الثورة مقبولة من الهيئات الدينية والحكومية ./

وفي الحقيقة كانت هذه الفلسفات اعراضاً لاستيعاب العلم كنتيجة لنموه التكنيكي الذي اصبح لا غنى عنه في الصناعة الرأسمالية ./ كانت المنح المجزية والتشجيع المادي على العلماء والسماح بالتخصصات الدقيقة والتوزيع العادل للألقاب السبب في تغير سلوك العلماء واتجاههم نحو العلوم البحتة ./ أدت الزيادة الكبيرة في عدد العلماء الى تقوية هذا السلوك والتهرب من مسؤولياتهم وبنهاية هذا القرن قل عدد العلماء الأحرار اما الغالبية منهم فكانوا يتقاضون رواتبهم من الجامعات/أو الحكومات واكثر من أي وقت مضى استوعبوا عقلية الطبقة الحاكمة ./

الى اي مدى اعاقت هذه النزعات تطور العلم ؟/ سيبقى هذا التساؤل محيراً لا يمكن الأجابة عليه بسبب الزيادة الكبيرة التي تمت في مجالات العلم بكل اشكاله ،/ والتي فاقت الى حد كبير هذه النزعات ،/ ولكن كانت هناك بعض الأحداث المعوقة التي برزت نتيجة البحث والتطور في بعض فروع العلم٥-٣ ./
كان يمكن انجاز كثير من الموضوعات التي تمت في أواخر هذا القرن قبل ذلك بعشرين عاماً أو اكثر ،/ ان المحاولات التي ذهبت سدى في تهذيب النظريات القديمة كانت كافية لاظهار النظريات الجديدة وخروجها الى منطقة الضوء ،/ ربما

قيل بأن هذا الرأي كان دخيلاً على العلم في ذلك الوقت / والبعض يقول ان ذلك قائم حتى اليوم ولكن لا شك ان الحركات العلمية المنظمة التي حدثت في منتصف القرن السابع عشر وأواخر القرن الثامن عشر ومنتصف القرن التاسع عشر قد تلاشت الى ان جاءت فترة الأضطرابات للقرن العشرين حيث ظهرت مرة اخرى بكل قوتها وعنفوانها ./

/ ينهي هذا بيان الانجازات العلمية الكبيرة التي تمت في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر اما التقدير العام لهذه الانجازات في هذه الفترة الهامة فسنرجئها الى نهاية الفصل التاسع بعد دراسة بشيء من التفصيل التطور في العلوم المختلفة ./

* * *

الفصل ٩
تطور العلوم في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر

٩ ـ ٠ مقـدمة

بحلول القرن الثامن عشر لم تصبح العلاقات التي كانت تربط العلم بالمجتمع مجرد وحدة واحدة تتابع مع الزمن . كان من الضروري ان تبدأ بهذه العلاقات حيث انه بدونها يبقى تاريخ العلوم مجرد سرد للأحداث . وفي الحقيقة ان هذا التتابع نفسه يخفي بين طياته الارتباطات الداخلية بين علوم معينة والتي استمرت طوال هذه الفترة . وفي كل علم من العلوم اعتمدت دراساته وتطوراته على عوامل خارجية واخرى داخلية . تشمل العوامل الداخلية حقائق الطبيعة الصلبة . طبيعة المادة ومجريات وطريقة تطورها . اما العوامل الخارجية فهي القدرات التكنيكية والاجتماعية والاقتصادية . هذه العوامل بالرغم من انها ربما لا تحدد ما هو ظاهر إلا انها قاطعة في تحديد متى وكيف تمت بعض الأحداث الجديدة في تجمعات العلم التقليدية . ولكي نفهم جيداً كيف حدث ذلك يجب تتبع تاريخ العلم بالتفصيل مع ادراك اوسع ومعلومات اغزر مما تعودنا عليه الى الآن . انا لا اطالب تطبيق ذلك هنا ولكن سأحاول ان اضرب بعض الأمثال لأبيّن طبيعة العلاقات بمعالجة الخطوط العامة لبعض مجالات العلم في القرنين الثامن والتاسع عشر .

اما المجالات التي اخترتها فهي الحرارة والطاقة (٩ ـ ١) والهندسة والتعدين (٩ ـ ٢) والكهرباء والمغناطيسية (٩ ـ ٣) والكيمياء (٩ ـ ٤) والبيولوجيا (٩ـ ٥) ، وفي الجزء الأخير من هذا الباب (٩ـ ٦) حاولت جمع مواد هذا الباب والباب الذي قبله واستنتاج النتائج التي يمكن استخلاصها من

تتابع الزمن والمواد ./ اما اختيار الموضوعات فقد تم من اجل استنتاج ملامح الفترة الانتقالية بين القرنين الثامن والتاسع عشر من علوم يغلب عليها الصبغة الأكاديمية الى علوم تلعب دوراً رئيسياً في الحياة الاقتصادية ./ وفي جميع هذه الموضوعات باستثناء الثاني يشمل كل منها مثل أو مثلين لتطبيقات اقتصادية هامة ، ترتبط باكتشاف علمي اساسي ./ يشمل الجزء الأول تاريخ الآلة البخارية والمحاولات التي تمت لزيادة كفاءتها والتي أدت الى اكتشاف قوانين حفظ وتحولات الطاقة ./والجزء الثاني هو في الحقيقة امتداد للأول وتم فيه صناعة الآلات والماكينات التي تعمل بالبخار والتي ادت الى تحسين طرق التعدين والاكثار من استخراج المعادن والتي أدت الى عصر الحديد والصلب ./ لم يحدث في هذه الفترة إلا بعض الانجازات العلمية حيث كان طلب العلم قليلاً ./ ترجع اهمية دراسة الهندسة الى انها أولاً تبين كيف ان التطورات التي حدثت في المجال الميكانيكي انما تمت بأيدي عمال بسطاء وثانياً كيف كان الاتقان في الصناعات المعدنية اساساً للعلم والصناعة ./ وفي تاريخ الحديد والصلب يجب التأكيد على اهمية التطورات التكنيكية والاقتصادية التي انجزت بفضل معلومات علمية قليلة ./

/ في الجزء الثالث من هذا الباب الخاص بالكهرباء نجد شيئاً مختلفاً وهو دراسة التحولات في موضوع علمي بحت وقليل الأهمية من الناحية الصناعية ، وفي نفس الوقت يبين كيف ان تطبيقات الميكانيكا الرياضية التي انبثقت خلال القرن السابع عشر في مجال غير منتظر مكنت في القرن التاسع عشر من خلق نتائج ذات أهمية نظرية كبرى ./ تشبه الخطوات التي ادت الى نظرية الضوء الكهرومغناطيسية الخطوات التي أدت الى نظرية الجاذبية لنيوتون ، وهي تمثل في حقيقتها الفرض الهام الثاني لوحدة القوتين وهي التي اعطت للقرن التاسع عشر سماته النهائية ./

/ يحكي الجزء الرابع تطورات العلم في القرن الثامن عشر والتي ادت الى ظهور علم الكيمياء كعلم كمي اساسي منطقي بعد ان كان موزعاً بين الفلسفة التجريبية العمياء وكيمياء القرون الوسطى الصوفية ./ تعتبر ثورة الهواء المضغوط بالاضافة الى انجازات بريستلي ولافوازيه اكثر امتداداً للعلم خارج حدوده التقليدية في أيام الاغريق ./ ترجع اهمية العلم في تاريخ البشرية الى حقيقة انه كان أول من دخل الى حياة الانسان بطريقة مباشرة نافعة وذلك في الصناعات

/ الانتاجية الأساسية / ان العلاقة المباشرة بين الكيمياء وصناعة المنسوجات والانتقال من صناعة مزيلات الألوان والأصباغ الى المفرقعات والعقاقير هو الموضوع الذي شجع ظهور الكيمياء العضوية في القرن التاسع عشر /

/ واخيراً في الحقل المتسع للعلوم البيولوجية حاولت التقاط خيطين أو ثلاثة من التي كانت السبب في تقدمها / وهنا نجد من ناحية ان التركيز على الزراعة والطب أدى الى ظهور علم الأحياء الدقيقة (الميكروبيولوجيا) وكذلك نظرية باستير للميكروبات المسببة للأمراض / ومن ناحية اخرى ظهر الجدل العاطفي حول مشكلة الخلق الذي قاد من خلال المعلومات الجيولوجية والبيولوجية الى نظرية التطور / ولا شك انه من مجموعة الانجازات العلمية التي تمت خلال القرن التاسع عشر بما في ذلك ما تم في العلوم الفيزيائية/ تقف نظرية التطور في المكان الهام الذي وقفته نظرية كوبرنيكوس ـ جاليليو في انزال الأرض عن عرشها في وسط الكون ـ وهنا وجد الانسان مكانه على هذه الأرض / وبقبول الانسان فكرة التطور وانه ليس إلا حيواناًمتطوراً استطاع ان يدرك كيف اختلفت عمليات تطور المجتمع والحضارة عما كانت عليه ايام اسلافه القدماء ، والتي صنعت منه انساناً / بقبول نظرية التطور انقطعت نهائياً الصلة بصورة ارسطو للكون ولكن بقي ان تحل فكرة عالم في صنع الانسان بدلاً من عالم سماوي تنظمه العناية الإلهية / وهو عمل ليس من السهل ادراكه في المجتمع الرأسمالي /

/ اذا ركزنا الاهتمام على الانجازات العلمية الأساسية لهذا القرن اجد نفسي مضطراً لتبسيط الصورة وترك التفاصيل التي تحتاجها الدراسة الدقيقة الشاملة / ولا يمكن تصور ان هذه الصورة المبسطة تختلف كثيراً عن هذه الدراسة الشاملة / فمثلا لم اذكر إلا القليل عن التطورات الكبيرة التي تمت في علم البصريات في أوائل القرن التاسع عشر وتشمل اكتشاف الاستقطاب والتشتت في الضوء والتي أدت الى عودة نظرية الموجات الضوئية والمطياف والتحليل الطيفي / هذه التطورات امدت العلوم الأخرى بعديد من الآلات التي طورت بدورها علوم الكيمياء والفلك ومهدت الطريق الى معرفة بناء الذرة ، في القرن التالي / ان سرد حكاية البصريات توفر امثلة لبيان التأثير المتبادل بين العلم والعوامل الاقتصادية/ حتى في القرن التاسع عشر/ قبل ظهور السينما والتليفزيون وليس هناك مكان لسردها هنا / سوف تبين المناقشات في كل من الأجزاء القادمة انواع التفاعلات التي تشمل تلك المجالات التي لم تعالج هنا /

٩ ـ ١ الحرارة والطاقة

كانت دراسة الحرارة وتحولها الى الصور المختلفة من أكبر المنجزات العقلية الذكية وايضاً من العوامل التكنيكية والاقتصادية الهامة التي اثرت على تطور المدنية الحديثة . وفي البداية كانت هذه الدراسة امتداداً لمشاهدات الطبيعة والشعور بالحرارة والبرودة ، وعمليات الغليان وتغيرات الطقس . كان هناك الكثير من الأفكار حول الحرارة تتعلق بكل من الحياةوالنار وكذلك بالأعمال العنيفة .

وتبعا للأساطير اليونانية القديمة ارجع الفلاسفة الأيونيون اسباب الحرارة والبرودة الى تطور الكون ـ الحرارة تمدد وتبخر والبرودة تجمد وتصلب . وفي ارصاده الجوية ثبت ارسطو مبدأ الحرارة والرطوبة وهما مع الرطوبة والجفاف تميز العناصر الكنسية الأربعة وهي النار (ساخنة جافة)والماء (بارد رطب) والهواء (ساخن رطب) والأرض (باردة جافة) .

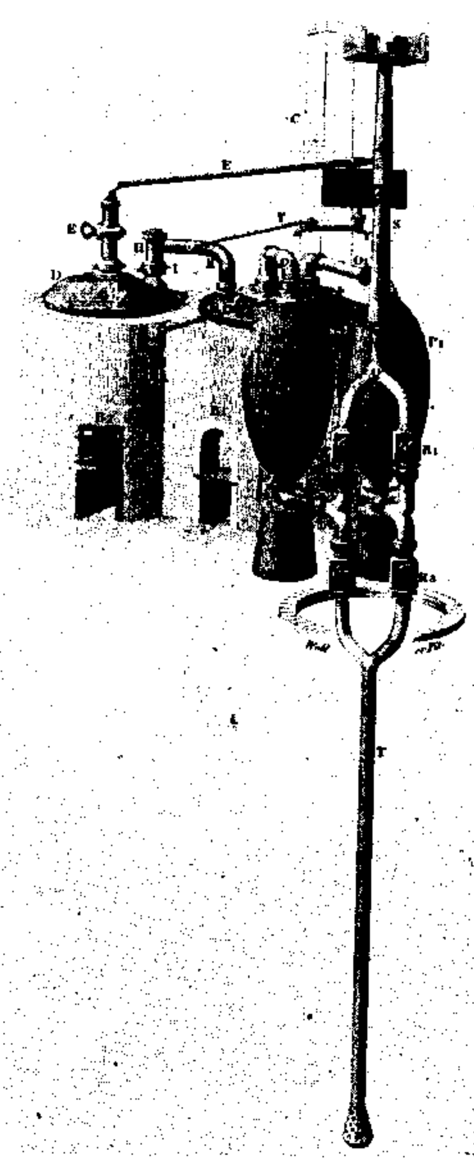
كان هذا المذهب وهو دمج الكيمياء مع الفيزياء قديماً ومنقوشاً في عقول البشر منذ أقدم العصور في الصين والهند كما هو في اوروبا . اما المذهب المعارض فكان هاماً وخاصة في مجال الطب ايدته التجارب على الحمى والقشعريرة . وفي الحقيقة جاءت فكرة قياس درجات الحرارة من الطب ، كانت الحرارة والبرودة تقسم الى أربع خطوات أو درجات : الخطوة الأولى ملموسة اما الرابعة فمميتة . وكان الغرض من عقاقير الدرجة الأولى والثانية هو تصحيح المزاج ومن هنا جاءت فكرة درجة الحرارة .

استمر الأخذ بمذهب الطب الفلسفي واتخذ له صورة اخرى ابان عصر النهضة جعل بيكون الذيّ تبع تيليسس التباين في الحارة والبرودة هي الملامح الرئيسية لفلسفته . ومنذ أقدم العصور كانت الحرارة مرتبطة بحركات الهواء والبخار وكان لارتباطها باكتشافات الهواء المضغوط في القرن السابع عشر ان تركت الحرارة فلك الفلسفة الكيفية لتدخل فلك العلم التجريبي الكمي . اخترع جاليليو ترمومتراً يعمل بتمدد الهواء ، ومثل هذا الترمومتر مع بارومتر تورشلي استعملا في دراسة الطقس٤ـ٢٢ .

تطور الآلة البخارية

لم تكن خطوات الدراسات الكمية في مجال الحرارة تتجه نحو الموضوعات السابقة ، ولكن كانت تتجه صوب استخدام قوة التمدد لكي تؤدي الحرارة اعمالاً نافعة ـ وخلال القرن السابع عشر الهبت فكرة رفع الماء بواسطة النار خيال المخترعين / وكانت الفكرة هي كيف تدمج فكرتين قديمتين في صنع آلة عملية / الفكرة الأولى هي ملء حجم من الفراغ بالماء عن طريق التفريغ أو الأمتصاص / وبعد ذلك طرد المحتويات بالضغط المتسبب عن تمدد الهواء أو البخار أو الغاز / استطاع دي كوس de Caus (١٥٧١ ـ ١٦٢٦) وهو مصمم أدوات لدفع الماء في الحدائق حل هذه المشكلة عملياً قبل ان يكتشف الفراغ ، حيث اوقد ناراً تحت إناء يكاد يكون فارغاً من الماء ثم أوصله ببئر ، فلما غلى الماء وامتلأ الاناء بالبخار أطفأ النار وسد مخرج البخار فامتص الاناء الماء من البئر وملأ فراغ الاناء / ولو ان ذلك لم يكن بالطريقة العملية إلا انه كان اساس عمل الآلة التي تعمل بالفراغ / ولكن الى عهد جويريك Guerick لم يتفهم احد حقيقة عملها / كان معظم المشتغلين بالفراغ يعلمون شيئاً عن الآلة عملياً ولكن كان ينقصهم المقدرة الميكانيكية لتشغيل احدى هذه الآلات / اما الرجل الذي اقترب كثيراً من ذلك هو دينيس بابن Denis Papin مساعد هيوجنس Huygens وجاء بعده بويل Boile الذي استطاع ان يصمم مثل هذه الآلة ولكنه للأسف لم يستطع صنعها لحاجته الى المال ومات فقيراً في لندن / وفي خطابه الى سكرتير الجمعية الملكية طلب خمسة عشر جنيهاً ليتمم هذا العمل ولكن السكرتارية ردت بأن الجمعية لا يمكنها تسليف احد إلا اذا تأكدت من نجاح العملية مقدماً ٤ـ١٩ ، ٣٨ .

والرجل الذي استطاع ان يصمم ويمول آلة لضخ الماء لاستعمالها في الحرائق هو الكابتن سافيري Captain Savery (١٦٥٠ ـ ١٧١٥) احد المهندسين الملكيين الذي استخدم وعاءين مملوءين بالبخار ثم قام بتبريد وعاء بعد الآخر فاندفع الماء الى الوعاءين ولا زالت هذه الطريقة تستخدم في المضخات النبضيّة pulsometer / لم يكن سافيري مصمماً عادياً بل كان على علم تام بأهمية الآلة البخارية وخاصة في رفع الماء من المناجم وفي هذا المجال وجه كلامه الى الرجال المغامرين في مناجم انكلتراه‍ـ١٠٤ : « انا رجل معقول . كثيرون منكم ينظرون الى اختراعي وهو الآلة التي ترفع الماء بقوة النار الدافعة



شكل (١٧٢)

الآلة البخارية لتوماس سافيري Thomas Savery (١٦٥٠ - ١٧١٥) صممت خصيصاً لنزح الماء من المناجم .

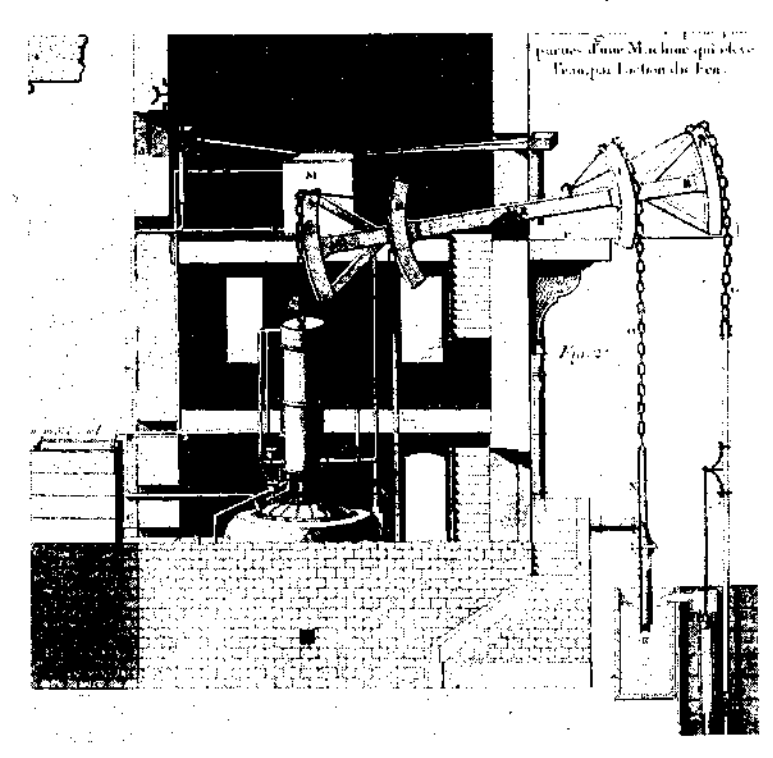
كآلة عديمة الفائدة ، ولا يمكن ان تحقق ادعاءاتي وتصميماتي ، وان مثل هذه الآلة لا يمكن ان تعمل تحت الأرض وترفع الماء الى السطح وتعمل على تجفيف المنجم وذلك لكي تنال منكم التشجيع / لست مستعداً ان اعرض نفسي لفضيحة الفشل ولذلك اقدم لكم هنا تصمياً لآلتي واعرض عليكم فوائدها وسأترك ذلك لتقديركم فاما أن تهملوها أو تستفيدوا منها / سوف تثبت هذه الآلة مقدرتها على نزح الماء من مناجم الفحم والمعادن بثمن بخس / ولا شك انه في بحر سنوات قليلة سوف تضاعف هذه الآلة دخل المناجم والدخل القومي وربما ترفعه الى ثلاثة امثال ما هو عليه الآن / واذا كانت هذه الكميات الكبيرة من الرصاص والقصدير والفحم تصدر كل عام تحت هذه الظروف الصعبة في المناجم وطرق الشحن وكذلك الآلام التي يتعرض لها العمال فكم بالحري تكون الزيادة في هذه الكميات اذا انخفضت تكاليف الشحن وقلت آلام العمال باستخدام هذه الآلات التي تناسب العمل في المناجم ؟ » /

ومع ذلك استخدمت آلة سافيري بالرغم من عيوبها ولكن كانت قيمتها في ان هذه العيوب امكن تلافيها / في عام ١٧١٢ تمكن توماس نيوكومن Thomas Newcomen من دارتموث Dartmouth من صنع الة افضل من الناحية العملية / فقد استخدم مكبساً يدفع بواسطة بخار مكثف في اسطوانة متصلة مباشرة بمرجل ذي ضغط منخفض / وتمتاز آلة نيوكومن على آلة سافيري بعدم ضرورة وضعها في اسفل المنجم ولا تحتاج لضغط بخار عال وانها اكثر اماناً ولا تحتاج الى دوام مراقبتها / يعتبر استخدام هذه الآلة الخطوة الأولى في تحويل القاعدة العلمية للضغط الجوي الى آلة يمكن تصنيعها بواسطة رجال عمليين / انها آلة ليست تعمل فقط بل تكسب ايضاً /

والحقيقة ـ كما نعلم ـ ان نيوكومن لم تكن له الخبرة ولا الاتصالات العلمية٥-١٢، ٦-١١ وهذه من ضمن الأسباب التي دعت ميكلهام Meikeleham عام ١٨٢٤ من أن يتبرأ من الرأي الذي يقول بأن الآلة البخارية كانت احد العطايا النبيلة التي قدمها العلم للبشرية ويؤكد ذلك بقوله / لا توجد آلة أو جهاز صممه النظريون ليس له فائدة فبعد صنعه يتم تحسينه وكفاءته بأيدي الميكانيكيين وبأيديهم فقط٥-٨٤ / هاتان النظريتان المتناقضتان حول نصيب العلم من نشأة الآلة البخارية ليستا متناقضتين / من المشكوك فيه ان الفكرة الأساسية للمضخات التي تعمل بالتفريغ الهوائي لم تطرأ على فكر ميكانيكي أو على الأقل لم

يحدث ذلك قبل أن تطرأ على فكر عالم ، ومن ناحية اخرى لم يستطع احد من العلماء بذكائه ان يحل مشكلة عمل جهاز آلي ، وكما يبدو من تتابع الأحداث كان ضرورياً من تعاون الأفكار العلمية وخبرة الحرفيين لتطور الآلات .

ولقد قيل الكثير عن عبقرية نيوكومن بحيث لم يحدث أي تطور رئيسي في آلته لمدة تقرب من سبعين عاماً وان بعض آلاته استمرت تعمل لفترة تزيد على المائة عام ، ولكن كان استخدام آلة نيوكومن محدوداً فلم تستخدم إلا في سحب الماء ورفعه وكانت تستهلك كميات كبيرة من الفحم وجاء تطورها على ايدي العلماء بأفكارهم العلمية الجديدة وخاصة علماء الحرارة الكمية .

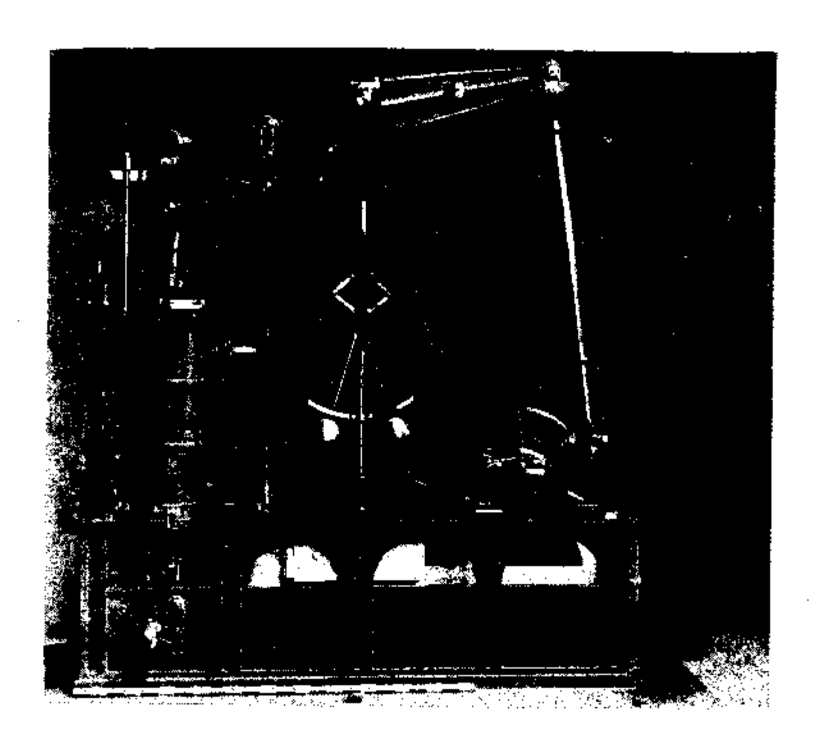


شكل (١٧٧)

الآلة البخارية لتوماس نيوكومن Thomas Newcomen (١٦٦٣ - ١٧٢٩) من كتاب Architecture Hydrolique لمؤلفه برنارد بيليدور Bernard Belidor

الحرارة النوعية والحرارة الكامنة - جوزيف بلاك

بدأت الحرارة تصبح علماً كمياً مع النمو المتدرج والزيادة في حجم العمليات الصناعية التي تستخدم الحرارة على نطاق كبير ، كان انتشارها نتيجة التقدير العلمي للرجال الذين يعملون في عمليات التقطير وصناعة الملح الذين تعودوا غليان وتكثيف المحاليل بكميات كبيرة ، ومن هنا بدأ تقدير المهتمين بعمل واستخدام الآلات البخارية الأولية .



شكل (١٧٤)

آلة وات البخارية . سجل وات تحسيناته على هذه الآلة عام ١٧٨٤ ولقد عمم انتشارها لأنه استخدم مكثفاً منفصلاً لتكثيف البخار بعد خروجه من الأسطوانة الرئيسية وبذلك تستمر هذه الأسطوانة ساخنة وبذلك زادت كفاءة الآلة وقلت تكاليف الوقود . تظهر الأسطوانة الرئيسية على شمال الصورة . زاد استخدام الأسطوانة المزدوجة من كفاءة الآلة .

كان الدكتور بلاك Black الذي أرسى قواعد الثورة الكيميائية الخاصة بالهواء المضغوط اول المكتشفين للنظرية الحديثة للحرارة ٪ كانت اولى انجازاته عملاً طبياً فيزيائياً فكان مشغولاً بمعرفة حقيقة النار أو الحرارة التي يمكن ان تمر خلال أوان وتؤثر في محتوياتها ، فوجد ان الأجسام المختلفة ترتفع درجات حرارتها بنسب مختلفة بكميات متساوية من الحرارة (مادة الحرارة matter of heat) وقد توصل الى هذا الكشف بطريقة المخلوطات والتي كان يستخدمها جان مورين Jean Morin (١٥٨٣ ـ ١٦٥٦)٥-٨٧ ./ وكان لا يزال يعمل تبعاً للقاعدة العربية وهي الأربع خطوات للحرارة التي توازن اربع درجات للبرودة،/واستمر في ابحاثه الى ان اهتدى الى معرفة الحرارة النوعية للمواد المختلفة./ ومن هنا ادرك حقيقة ان الثلج أو الجليد يحتاج الى حرارة لكي يذوب دون ان ترتفع درجة حرارته وبمعنى آخر ان الحرارة يجب ان تكون كامنة أو مختبئة في الماء المنصهر./ وبعد ذلك قاس الحرارة الكامنة في البخار والتي عكست الحقيقة التي كانت معروفة في عمليات التقطير وهي ان عملية تقطير الماء تحتاج الى كمية من الحرارة اعلى بكثير من الكمية التي يحتاجها الماء لكي يصل الى درجة الغليان وايضاً ان كمية الحرارة اللازمة لغليان الماء تسترد عندما يتكثف البخار مرة اخرى عند استعمال الماء البارد للتخلص منه.

جيمس وات James Watt المكثف المنفصل .

كان أول من طبق ظاهرة الحرارة الكامنة عملياً صانع اجهزة صغير من جلاسجو اسمه جيمس وات٥-٤٠ الذي كلف باصلاح نموذج من آلة نيوكومن من قبل الجامعة (لاحظ التأثير المتبادل بين العلم والتقنية) . وجد وات ان المشكلة في ان البخار يفقد عند كل دفعة للمكبس بتكثيفه في الأسطوانة الباردة . اعطى بلاك تفسيراً لهذه الظاهرة على اساس نظريته وهي الحرارة الكامنة ، ولم يلبث وات أن اهتدى الى تكثيف البخار بمفرده . كانت فكرة التكثيف المنفرد عام ١٧٦٥ نقطة تحول في تحسين الآلة البخارية وزيادة كفاءتها ، وكان هذا المكثف المنفصل أول الخطوات في تحسين آلة وات٥-٥٨ ./

متى بولتون Matthew Boulton

قبل ان يقدم وات آلة يسهل تداولها قام بسلسلة من المحاولات الفاشلة في

مصانع ريوبك كارون Roebuck Carron اضطرته ان يشارك متى بولتون المنتج من برمنجهام والاستعانة بالمواد الناتجة من صناعة المعادن في المنطقة السوداء قبل ان تتحول الآلة البخارية من فكرة الى حقيقة وكما اعترف وات في سخرية « لا يصلح الاسكتلنديون ان يكونوا مهندسين » ولا تقل عن ذلك أهمية الخدمات التي اداها جون ولكنسون صانع المدافع في صنع اسطوانات حقيقية / وبادخال العجلة الطائرة Fly wheel مع الصمام الخانق Throttle ومنظم القوة الطاردة المركزية استطاع وات ان يصنع آلة تستطيع ان تدفع ماكينة بسرعة ثابتة محملة بأثقال متغيرة . يعتبر هذا الاختراع أول مثل للتغذية المرتدة أو اشراف العقل البشري على الصناعة . وبظهور هذا في مطلع الثورة الصناعية الكبرى كان فألاً بظهور الأوتوماتيكية (التلقائية) وهي سمات الثورة الصناعية الثانية للقرن العشرين(*)(١٨) .

والى ايام وات كانت الآلات البخارية تستخدم فقط في المناجم بعيداً عن حقول الفحم أما آلة نيوكومن حتى بعد تحسينها بواسطة سميتون Smeaton (١٧٢٤ ـ ١٧٩٢) فكانت عرضاً تجارياً في نزح حقول الفحم حيث كان الفحم رخيصاً جداً ولكن باستخدام آلة وات الأكثر كفاءة وثباتاً ارتفع انتاج جميع حقول المعادن الثقيلة في كورنل ، وبعد ذلك زادت القوة الانتاجية لمصانع النسيج وبذلك انتشر استخدام الآلة في جميع انحاء العالم لسهولة الحصول عليها ورخصها .

وبعد التغلب على كثير من الصراعات في المجالات الاقتصادية والتكنيكية اصبح الطريق ممهداً لاستخدام الآلة البخارية فغزت جميع المناطق الصناعية والتعدينية في انكلترا ، ولم يقف انتشارها داخل حدودها بل تعدتها الى فرنسا والمانيا وروسيا على ايدي مهندسين من انكلترا .

القاطرة والسفينة البخارية

ارتبط تطور الآلة البخارية بالمقتضيات التكنيكية والاقتصادية المطلوبة منها / كانت آلة وات تفي بحاجة المناجم والمصانع ولكنها كانت مكلفة وثقيلة وتستهلك فحماً كثيراً بالنسبة لما تولده من طاقة بينها آلة القاطرة تتطلب الخفة والطاقة العالية / بقيت الاجابة على هذين المطلبين كما بيّن تريفيثيك Trevithick حتى عام ١٨٠١ عندما اخترعت الآلة ذات الضغط العالي بالاستغناء عن المكثف

/ ونفث البخار العادم في الهواء ـ ٤٢

بدأ ظهور القاطرة بداية غير منتظمة وكان أول ظهورها في موطنها الأصلي وهو حقول الفحم وكانت تتحرك على قضبان حديدية بين المنجم ومكان الشحن / كانت هناك عدة مشاكل وصعوبات يجب حلها قبل ذيوع استخدامها مثل القيادة وامتصاص الصدمات والسكك الحديدية والطرق الدائمة لمسارها ، وليس من الغرابة ان نرى ان العلم لم يستطع حل هذه المشاكل بل تركت لعامل من عمال المناجم استطاع ان يعلم نفسه وهو جورج ستيفنسن George Stephenson وتمكن من حل جميعها ـ ٩٩ / كان اختراعه الحاسم الذي جاء نتيجة الصدفة هو اعادة البخار العادم الى القمع وباذكاء النار استطاع ان يحصل

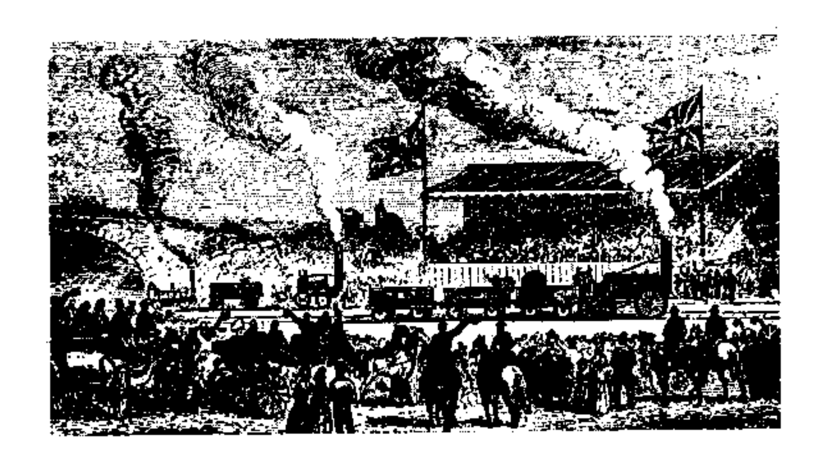


شكل (١٧٥)

/ منظر عام لمصانع سوهو ببرمنجهام لمتى بولتون وجيمس وات حيث تمت التحسينات في الآلة البخارية . من رسم على الخشب عام ١٨٣٠

على الطاقة اللازمة للسير بسرعة عشرين ميلاً في الساعة ./ اما النصر المعترف به من الجميع في تطور القاطرة فيرجع الى التجارب التي قام بها رينهل Rainhills عام ١٨٢٩ الذي كان يعمل في سكك حديد ليفربول ـ مانشستر الجديدة حيث نالت قاطرته « الصاروخ » الجائزة . /

كانت مشكلة النقل المائي تختلف اختلافاً كبيراً عن النقل البري ، فلم يكن حجم السفينة ولا وزنها بالمشكلة ولكن المشكلة كانت في الاقتصاد في الوقود حيث كان على الباخرة ان تحمل وقودها / وفي الحقيقة كان هذا القصور السبب في قصر استعمال المراكب البخارية في الأنهار وبالقرب من السواحل خلال فترة كبيرة من القرن التاسع عشر ./ جاء حل هذه المشكلة على يدي هورنبلور Hornblower (١٧٤٣ ـ ١٨١٥) باستخدام التمدد المتعدد وكان التطور بطيئاً ولم يحدث تغير جذري إلا في استبدال المسمار اللولبي بدلاً من المجداف عام ١٨٨٤ عندما اخترع بارسون Parson التربين ذا القوة العالية ./



شكل (١٧٦)

تجربة القاطرة في رينهل Rainhill عام ١٨٢٩. تبرع رؤساء سكك حديد ليفربول ـ مانشستر بجائزة لأحسن قاطرة، وفي اكتوبر من نفس العام اقيمت المسابقة، ودخلها أربع قاطرات ونال جورج استيفنسون الجائزة على قاطرته الصاروخ «Rocket»

تفاعل العوامل الاقتصادية والتكنيكية في الثورة الصناعية .

ان تاريخ الآلة البخارية يبين كيف ان نجاح الثورة الصناعية يتوقف على عوامل اقتصادية وتكنيكية ، فمن الناحية الاقتصادية نمت صناعات المنسوجات وانتشرت لتفي بحاجة المستهلكين في الأسواق التي زادت وتعددت ، ومن الناحية التكنيكية كانت الآلات الجديدة هي السبيل الوحيد لتوفير الفحم والقوى المحركة واخيراً طرق المواصلات والتي بدونها لم يكن ممكناً نمو وانتشار صناعة المنسوجات .

تم معظم التطور في الآلة البخارية على ايدي مهندسين عمليين دون تدخل العلم ولكن جذب استغلالها انتباه العلماء وارادوا ان يفهموا طبيعتها أو على الأقل المشاركة في تحسينها ، شجعت هذه الدراسة العلماء على الاهتمام بالقوانين التي تحكم الغازات والأبخرة الضرورية لرسم جداول البخار ـ والتي ادت الى وضع المعادلة التي تربط العلاقة بين القوة الميكانيكية والحرارة نظرياً وهي القاعدة التي تعمل بها الآلة البخارية عملياً وهو ما نسميه عادة بالطاقة .

تحقيق السُّعر الحراري

حدث التناقض في فرنسا حيث كانت الآلة البخارية مستوردة وليست في مكان نشأتها كما كان الحال في انكلترا ، ففي فرنسا كان عملها كوسيلة لتحويل الحرارة الى عمل هو شغل العلماء الشاغل ، كانت المشكلة الرئيسية هي الفكرة القديمة القائمة وهي ما معنى الحرارة ؟ فكما رأينا كانت الحرارة تعني النار أو العكس حتى الحرارة الحيوية للحيوان كانت تعزى الى نار داخلية في جسمه٤ـ١٣٢ ، وفي القرن الثامن عشر كان يعتقد انها شيء مادي واخيراً عمدها لافوازيه وسماها سعرات ، باءت محاولة ايجاد وزن للحرارة بالفشل ، ووضح ان الحرارة لا يمكن وزنها كالكهرباء والضوء٥ـ٧٥ ، وبين لافوازيه ان هذا الفرض يناسب تماماً تصوره في انطلاق الحرارة نتيجة التفاعلات الكيميائية وخاصة الاتحاد مع الأوكسيجين في النار أو في الجسم الحي ،

ومع ذلك كانت هناك نظرية قديمة تقول ان الحرارة نوع من الحركة وليست بالمادة واستمرت هذه النظرية يتوارثها الأجيال ، اوضحت التجارب العديدة خلال الأجيال المتعاقبة على كور الحداد وآلات الحفر بأن القوة يمكن تحويلها الى حرارة والآن توضح الآلة البخارية امكان تحويل الحرارة الى قوة ، ولكن المطلوب

من الآلة البخارية ان ترفع الماء من المناجم بواسطة النار والسؤال الآن ما هي العلاقة الكمية بين الحرارة والشغل ؟ »

فشلت آلة نيوكومن الأولى في الاجابة على هذا السؤال حيث انها كانت تستهلك من الوقود الكثير وتنتج من الشغل القليل بجانب ارتفاع ثمنها ، ولذلك لم ينتشر استعمالها في اعمال المناجم وكان استخدام الحيوان اقل تكلفة . حاول وات تقدير اثمان الآلات التي يبيعها بتقدير ما يمكن للحصان الواحد ان يؤديه مقدراً بالقوة التي ترفع وزناً مقداره رطلاً من على الأرض مسافة قدم واحد Foot pound في الدقيقة وكان يقدر آلاته بهذا المقياس الجديد الذي اصبح دولياً وهو قوة الحصان horse power . كانت الطريقة الذكية التي اتبعتها مصانع بولتون ووات لبيع آلاتهم هي تركيب وتشغيل الآلات دون مقابل وفي نظير ذلك يتقاضون ثلث ما توفره الآلة من قيمة الوقود أو العليق باستخدام آلة نيوكومن أو الحصان٥-٤١ .

كانت أول تجربة لتحويل القوة مقدرة بالأحصنة الى حرارة عام ١٧٩٨ بواسطة الكونت رمفورد من ميونيخ . كان الكونت مهتماً دائماً بالحرارة وخاصة فوائدها الاقتصادية فشاهد أولاً ثم قاس الحرارة الناتجة من انطلاق المدفع، وباثباته ان كمية لا حدود لها من الحرارة يمكن ان تنطلق من كمية محدودة من المادة استطاع ان يثبت خطأ النظرية المادية للحرارة ولكن هذا لم يكن كافياً لاثبات النظرية المضادة .

كارنوت Carnot الآلة الحرارية

مضت مدة طويلة لم تستطع عملية تحويل الحرارة في مرجل الآلة الى قوة ان تدخل دائرة العلم٥-٣ كان لكل آلة طريقتها الخاصة في تحويل الفحم الى عمل كما كان لكل منها عامل مؤثر ، وكان هذا العامل يقل تأثيره كلما تحسنت الآلة ولم تكن حدود كفاءة الآلة ظاهرة ولا واضحة ولكن لا بد من وجود هذه الحدود وإلا كانت حركة الآلة دائمة لا تقف عند حد . قادت هذه المعتقدات سادي كارنوت احد الرجال العظام في القرن التاسع عشر الى « خواطر على القوة الآلية للنار » .كان سادي كارنوت (١٧٩٦ - ١٨٣٢) ابن لازار كارنوت Lazare Carnot منظم الثورة الفرنسية . تدرب سادي لكي يكون مهندساً في مدرسة البوليتكنيك الجديدة وكانوا من أوائل الذين طبقوا أسس الفيزياء الرياضية على عمل الآلات الجديدة .

كان كارنوت يتخيل الآلة البخارية كنوع من الطواحين تتدفق فيها السعرات

/ خلال الآلة في درجة حرارة عالية متجهة نحو المكثف في درجة حرارة منخفضة ، وبشرط ان لا يفقد فيها شيء في هذه العملية يمكن الحصول على اكبر كمية من العمل . . . ولاثبات ذلك يمكن للآلة ان تعمل في الاتجاه المضاد وتعمل كما نسميه الآن مضخة حرارية وبها يمكن استخدام نفس الطاقة لرفع الجسم من درجة الحرارة المنخفضة الى درجة الحرارة المرتفعة ، ولكنه بالرغم من تهيئته لكل العوامل المناسبة فهذا الاتجاه المضاد لم يولد إلا جزءاً صغيراً من الطاقة يمكن الاستفادة منه عملياً ، وبمعنى آخر يمكن الحصول على الطاقة بالانتقال من درجات حرارة مختلفة ، وتتوقف كمية هذه الطاقة على ما نسميه الآن بالقانون الثاني للديناميكا الحرارية .

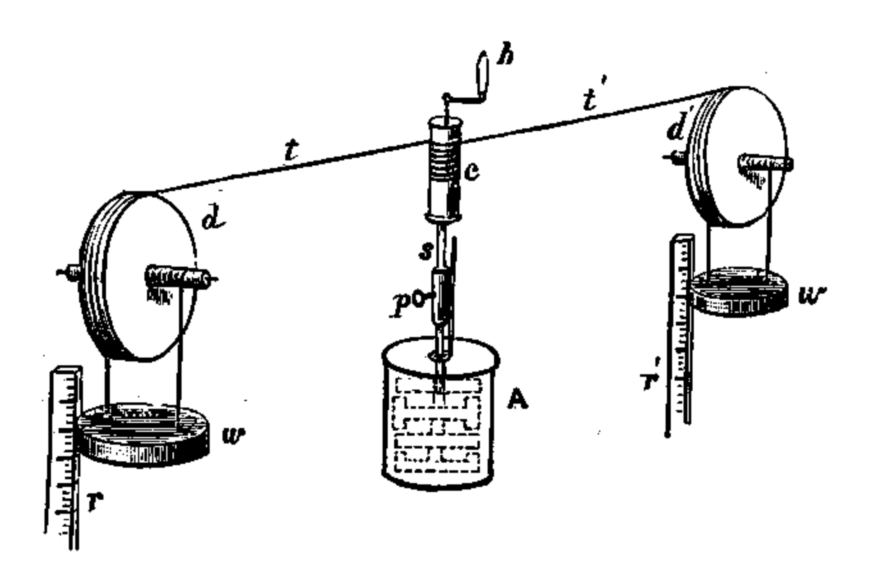
/ خطا كارنوت بعض الخطوات الى الأمام في هذا الموضوع وبيّن ان بعض الحرارة في الآلة قد تحول الى طاقة واستطاع ان يقيس كميتها . . وقبل ان ينشر هذه المعلومات توفي متأثراً بالكوليرا ، وبقيت هذه المعلومات عن القيمة الديناميكية للحرارة دفينة أوراقه الخاصة لمدة خمسين عاماً / وحتى اعماله المنشورة كادت تنسى الى ان انقذها كلابيرون Clapeyron عام١٨٣٢ ، وبعد ذلك اصبحت هذه المعلومات اساس العلم الجديد للديناميكا الحرارية / اما التوضيح الكامل للعلاقة بين الحرارة والطاقة فكان عليه ان ينتظر ربع قرن آخر٥٠-٣/ وبهذا تأخر ظهور الحقيقة وقتاًطويلاً ./

/ حفظ الطاقة : ماير Mayer وجول Joule وهلمهولتز Helmholtz

أول من استطاع قياس المكافىء الميكانيكي للحرارة هو روبرت ماير Robert Mayer (١٨١٤ - ١٨٨٧) وهو طبيب كان يعمل على السفن عام ١٨٤٢/ كما طرأت على جول Joule (١٨١٨ - ١٨٨٩) وهو عالم هاوٍ ونجل احد الأثرياء الذين كانوا يعملون في صناعة البيرة وكذلك فون هلمهولتز Von Helmholtz (١٨٢١ - ١٨٩٤) وهو عالم فيزيائي وعلم وظائف الأعضاء./ طرأت هذه الفكرة على آخرين وفي الحقيقة توصل هؤلاء الى هذه النتائج ولو بدرجات متفاوتة من الوضوح/ اختلفت الطرق التي سلكها كل من الثلاثة الأولين للوصول الى الحقيقة اختلافاً كبيراً/ توصل ماير الى الفكرة خلال تفكيره الفلسفي عن النوع الكوني فقد استرعى نظره التشابه بين الطاقة التي يكتسبها الجسم الساقط تحت تأثير الجاذبية والحرارة الناتجة من الغازات المضغوطة./ اما جول فقد اهتدى الى الفكرة من خلال تجاربه وهي محاولة ايجاد الى أي مدى تستطيع الآلة الكهربائية ان تكون مصدراً للطاقة

عملياً. ولكنه لم يستطع اثبات ذلك حيث ان كل القوى تتولد من احتراق الزنك الغالي الثمن في البطارية التي تحويه، وقاده ذلك الى تقدير المكافىء الكمي للحرارة والطاقة./ اعلن جول ذلك الى الجمعية البريطانية في كورك عام ١٨٤٣ ولكنها لم تحظ اهتماماً ورفضت الجمعية الملكية نشر بحثه واضطر جول ان يثبت افكاره باجراء العديد من التجارب الدقيقة٥-٣. /

وفي عام ١٨٤٧ حاول هلمهولتز ان يعمم فكرة نيوتون للحركة على عدد كبير من الأجسام التي تعمل تحت جذب متبادل واستنتج أن مجموعة القوى والجهود التي نسميها اليوم بالطاقة المحركة والكامنة تبقى ثابتة ، وهذا هو اساس حفظ الطاقة في مضمونها العام ، وكان ذلك هاماً من ناحية انه وفق بين المبدأ الجديد للحرارة والمبادىء القديمة للميكانيكا ، وقد اكمل ذلك وليم طومسون وبعده لورد كلفن



شكل (١٧٧)

الجهاز الذي صممه جول James Joule (١٨١٩ - ١٨٨٩) ليثبت عملية العلاقة بين الشغل الميكانيكي والحرارة المتولدة . يقاس العمل بحركات الأوزان (W) اما الحرارة فتقاس بحركات القلاب الذي يتحرك في الترموس المملوء بالماء .

وهو صديق جول وهلمهولتز ونشر ذلك في بحثه المكافىء الديناميكي للحرارة[*][١٩] .

ومهما اختلفت الطرق التي سلكها العلماء للوصول الى الحقيقة السابقة فجميعهم قد تأثروا مباشرة بالجو الذي كان يسود عصر البخاره-٣ وخاصة بالقاطرة وكما اشار ماير « في القاطرة تقطر الحرارة بعيداً عن المرجل وتتحول الى شغل ميكانيكي في العجلات المتحركة ثم تتكثف وتعود مرة اخرى الى حرارة في المحاور والعجلات والقضبان » .

تعتبر قاعدة حفظ الطاقة بصورها المختلفة من كهرباء وحرارة وشغل ميكانيكي اعظم الانتصارات الفيزيائية التي تمت في منتصف القرن التاسع عشر فقد وحدت وجمعت علوماً كثيرة وطابقت التطور في ذلك الوقت . اصبحت الطاقة هي العملة الشائعة للفيزياء في العالم كله وبمثابة الغطاء الذهبي اينما كانت في العالم ، وما تحقق هو ايجاد النسب الثابتة بين مختلف الطاقات : بين السعرات الحرارية للحرارة وقوة الأحصنة في الشغل والكيلوواتات في الساعة للكهرباء . اصبحت كل نشاطات الانسان من صناعة ومواصلات واخيراً الغذاء بل الحياة نفسها تعتمد اعتماداً كلياً على هذا اللفظ « الطاقة » .

توافر الطاقة

حدث في الجزء الاخير من القرن التاسع عشر ان تغيرت الصورة المتفائلة للطاقة تغيراً خطيراً بالتحقق من أن القانون الثاني للديناميكا الحرارية الذي يشير الى ان المشكلة الكبرى ليس في كمية الطاقة الموجودة في الكون ولكن في توافرها ، ليس هذا فقط بل في ان هذه الطاقة تقل تدريجياً . وتبعاً لنظام ماكسويل « اي نظام يبدأ بجزيئات سريعة (ساخنة) واخرى بطيئة (باردة) ينتهي بتحرك معظم الجزيئات حركة متوسطة (فاترة) أو بتعبير جيبس Gibbs (١٨٣٩ - ١٩٠٣) يتجه عادة النظام المرتبك نحو الزيادة .

واذا اعتبرنا الكون وحدة واحدة فلا مناص من ان مصادر الحرارة سوف تنتهي في الكون . وهو ما يعبر عنه بموت الحرارة «heat death» الكونية وواضح ان كلفن Kelvin المروج الأكبر لهذه الفكرة ابتهج لهذا المشهد وهو المستوى دون المتوسط للكون واثبت ان الشمس لا يمكن ان تستمر الى ما لا نهاية ، وان الأرض بدورها لا يمكن ان تبقى اكثر من بضع مئات الملايين من السنين ، ولكن كان

تقدير الجيولوجيين اكبر من ذلك بكثير . كان الفيزيائيون كغيرهم مخطئين في هذا التقدير الذي قضي عليه وانقلب رأساً على عقب باكتشاف مصادر جديدة للطاقة الكامنة في الذرة ، والتي تفوق كثيراً جميع الطاقات . كان من المنصف لكلفن ان يعلن انه يحمي نفسه ضد ذلك بأن يصوغ تكهنه هكذا « إلا اذا ظهرت لنا مصادر طاقة غير معروفة الآن في هذا المخزن الكبير للطاقة الخالقة »٥-١٢٥

فلسفة الطاقة

ماك Mach واستولد Ostwald والفلسفة الوضعية الجديدة Positivisme

بدأ في هذه الفترة تطبيق المعلومات المستقاة من الديناميكا الحرارية في مجال الكيمياء وعلوم الحياة . شكراً جزيلاً لأعمال شاتلير Chatelier (١٨٥٠ - ١٩٣٦) وجبس Gibbs (١٨٣٩ - ١٩٠٣)٥-٦ . خيل لفترة كأنما كل الظواهر الطبيعية يمكن ان تفسر بعبارات بسيطة يمكن مشاهدتها في صور من الطاقة الميكانيكية والحرارية ، وهذا بين أيدي الفلاسفة مثل ماك والكيماويين مثل استوالد وعد للتخلص من مادية وراديكالية النظرية الذرية المربكة .

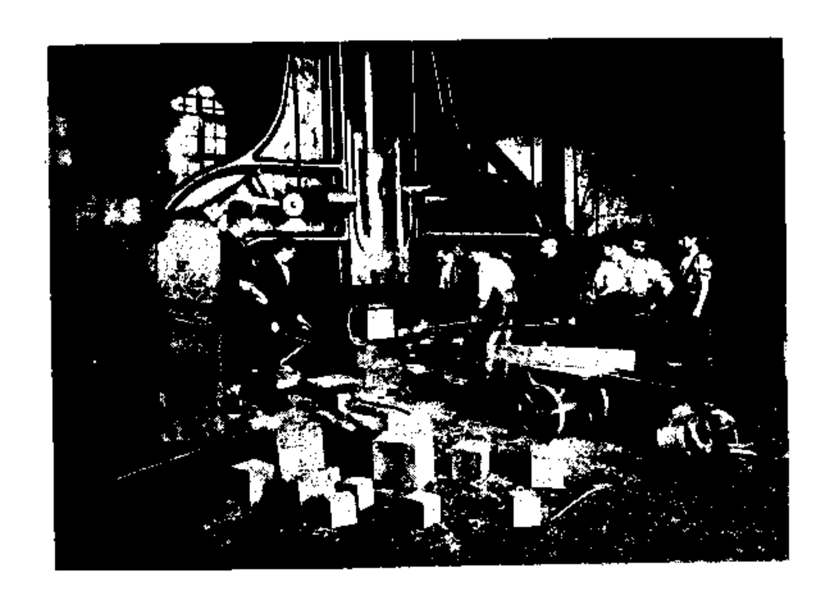
ظهرت نظرية جديدة هي الوضعية التي تقول بأن المادة والفروض الفيزيائية كوجود الذرات اصبحت غير ضرورية ، ويمكن استنتاج كل الحقائق العلمية من المشاهدات الأولية مباشرة . كانت النظرية الحركية للحرارة التي اوجدها ماكسويل عام ١٨٦٦ والتي تفرض وجود الذرات تتعارض مع هذا الاتجاه . كانت نظرية ماكسويل عن الذرات فرضاً ينقصه الاثبات ويجب قبل قبولها اثبات ان الذرات اجسام يمكن قياسها ومعرفة عددها .

(٩-٢) الهندسة وعلم المعادن

كان أحد سمات القرنين الثامن عشر والتاسع عشر هو انتصار الألةوهنا يمكن القول بأن نصيب العلم في هذا المجال كان قليلاً ، وفي الحقيقة كان العامل الميكانيكي المبني على العمل اليدوي التقليدي وكذلك العامل الاقتصادي المبني على الكسب هما العاملين الأساسيين لنجاح الأمور الهندسية والميثالورجية ، ومع ذلك كانت اهمية العلم في الازدياد ممهداً الطريق ليحتل مكان القيادة الذي تبوأه في القرن العشرين .

ان تاريخ الهندسةودورها في مرحلةالخلق ابان القرنين الثامن عشر والتاسع عشر

يشير الى استمرار التعاون بين متطلبات التجارة والصناعة المتزايدة وبين الآلات والمحركات التي اوجدت امكانيات ومجالات جديدة لكسب اكثر ، كانت الحاجة الى خيوط الغزل والمزيد من الملابس السبب في ادخال آلات النسيج ومزيد من الفحم لتشغيل الآلات البخارية وكذلك وسائل مواصلات رخيصة لنقل العديد من البضائع ، كل ذلك أدى الى تحسين الموانىء والطرق والكباري والسكك الحديدية ، لم يكن ايجاد آلات جديدة أو مواد متطورة لمواجهة هذه المتطلبات بالأمر السهل فقد كانت مغامرات جديدة تمت ولم تكن متوقعة أو التفكير فيها ، فالآلة البخارية التي اكتشفت لخض الماء من المناجم في أول الأمر تطورت واستخدمت في الأفران التي تعمل بالهواء المضغوط وطرق الحديد كما حلت محل ساقية الماء وبعد ذلك وضعت في قارب أو قاطرة فتحركا ومن هنا نشأت الباخرة والسكك الحديدية ، وبنفس الطريقة استخدم الحديد والحديد الصلب الرخيصين لصنع



شكل (١٧٨)

مطرقة جيمس ناسميس البخارية James Nasmyth لطرق الحديد في مصنع توماس فيرس Thomas Firth شيفلد عام ١٨٩٠

آلات جديدة التي احدثت ثورة في تصميم آلات جديدة وعربات وسفن وانشاءات .

المهندسون

في كل خطوات التطور الآلي والمعدني كان الحرفيون مشغولين في ايجاد وسائل جديدة واستيعاب ما يستطيعون فهمه من العلوم واضطر العلماء دراسة الحرف المختلفة ليستطيعوا معرفة الأسس التي تعتمد عليها / يمكن دراسة هذه الأسس من خلال معرفة سير حياة المهندسين الذين عاصروا الفترة الهامة من ١٧٥٠ الى ١٨٥٠ ومن حسن الحظ ان منهم صمويل سميل Samuel Smiles ١١٣ـ٥ ، ١٥ ، رجل الصناعة الانكليزي المشهور ، ومن الجيل الجديد ديكينسون Dickinsonـ٥ـ٤٠،٤٢ الرجل الواسع الاطلاع وغيرهما من اعضاء جميعة نيوكومن / وفي بريطانيا التي استمرت لمدة طويلة مركزاً للثورة الصناعية بدأ المهندسون حياتهم كعمال اذكياء طموحين ولكنهم كانوا امين علموا انفسهم / كان المهندسون اما صناع طواحين مثل براماه Bramah أو ميكانيكيين امثال موردوك Murdock وجورج ستيفنسون George Stephenson أو حدادين امثال نيوكومن Newcomen ومودسلاي Maudslay / لا يختلف عن هؤلاء صناع الآلات إلا في اقترابهم من دائرة العلم ومن هؤلاء سميتون Smeaton ووات Watt وفنانون مثل ناسمث Nasmyth (١٨٠٨ ـ ١٨٩٠) ومهندسون في المناجم مثل تريفيسيك Trevithick / وفي فرنسا حيث لعبت المصانع دوراً مماثلاً كما لعبت الدولة والمدارس الحربية دوراً اكبر كانت السيادة للمهندسين المتخرجين من المعاهد الهندسية امثال جارز Jars ومونج Monge وبونسيليت Poncelet وفورنيرون Fourneyron وسادي كارنوت Sadi Carnot ومارك برونل Marc Brunel (١٧٦٩ ـ ١٨٤٩) وفي الفترة التي تلت عام ١٨٥٠ ظهرت فئة المهندسين المتعلمين ومعهم برزت مقدرة المانيا في معظم الانجازات الهندسية / اما انكلترا فكان لديها الأشخاص الذين يضاهون عائلة سيمن Siemen الألمانية مثل أوتو Otto وديزل Diesel /.

/ كانت أهم اتجاهات فترة الثورة الصناعية اختراع اجهزة ميكانيكية جديدة وتحسين اداء الآلات الموجودة / لم يتطلب ذلك أي مساعدة من العلم الا في الحالات التي استخدمت فيها نظريات فيزيائية جديدة كالآلة الحرارية والآلة الكهربائية / تطلب تصميم الأجهزة الميكانيكية ـ وهو عادة محاكاة لمجهودات الحرفيين ـ معرفة وتطبيق نوع من الرياضيات الميكانيكية وهي من التعقيد بحيث لا

يسهل تدريسها في المدارس ، وهي في الحقيقة ناشئة من العبقرية التقليدية لصناع الساعات والأقفال . ادرك هؤلاء لكي يكونوا ناجحين انه يجب عليهم ان ينسجموا بذكاء مع متطلبات الصناعة الحديثة وان يجدوا لهم المكان المناسب ليكونوا مطلوبين ونافعين ومستثمرين ، وحيث ان هذه المتطلبات يصعب جمعها فإن المستثمرين لهذه الاختراعات مثل اركريت Arkwright اكبر مؤسسي الثورة الصناعية تعودوا ان يحلوا محل المخترعين بعد قيامهم ببناء الآلات ، ومنذ عام ١٧٥٠ اصبح من الصعب اتحاد المخترع والمستثمر ، انتشرت الآلات الميكانيكية وحلت محل الأيدي العاملة وانتقلت من صناعة المنسوجات الى مئات غيرها وتشمل صناعة البضائع الاستهلاكية وصناعة المعادن وصناعة الآلات نفسها ، ليس هذا فقط بل غزت العمليات الزراعية التقليدية والعمليات المتعاقبة لتجهيز الأغذية خاصة في امريكا حيث توجد الأراضي الجيدة في مساحات شاسعة واليد العاملة القليلة . وبالرغم من تنوع الميكنة وتأثيرها الكبير على تطور الحضارة الانسانية كانت في القرنين الثامن والتاسع عشر عبارة عن تجمع لمبادىء قديمة اكثر من تطبيقات لمبادىء جديدة كما حدث في القرن العشرين ولذلك فهي ليست مدينة للعلم ولا مدانة له .

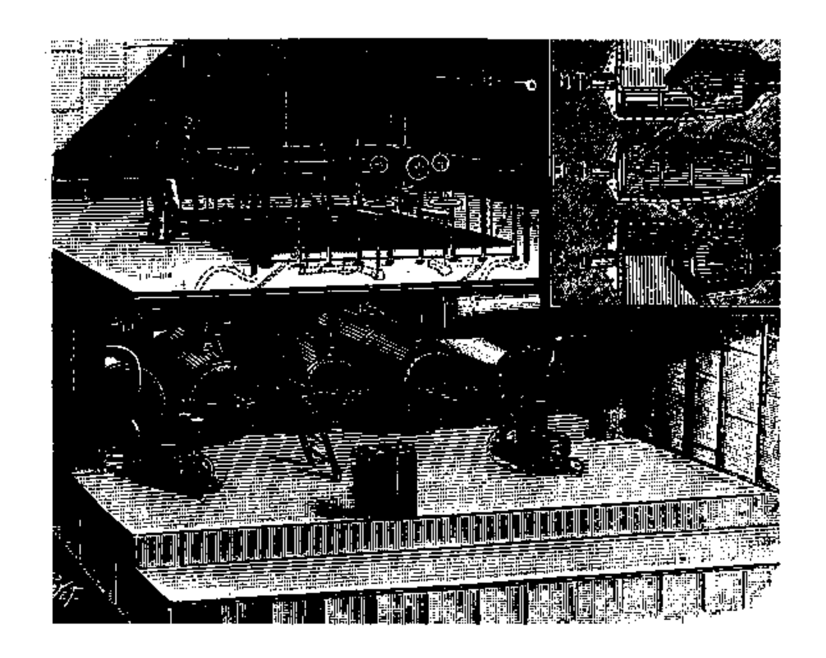
الكفاءة والمنفعة

التربين والآلة ذات الاحتراق الداخلي

جاء التطور في اداء الآلات والأجهزة وخاصة الآلات البخارية من اعمال اجيال متعاقبة من المهندسين ، وكان هدفهم طول الوقت هو ملاءمة الآلة لكثير من الأغراض وكذلك زيادة كفاءتها وقوتها في الوحدة الواحدة من جهة الوزن والوقود والتكلفة ، وفي أواخر القرن التاسع عشر رسخت افكار كارنوت وما بنى عليها من نظريات في الديناميكا الحرارية في العالم الهندسي ، لكن كان تأثيرها ثورياً في المجال الذي ادى الى اختراع التربين والآلة ذات الاحتراق الداخلي والثلاجة اكثر من تطوير الآلة القديمة .

شطرت التحسينات الجديدة في الآلات والأجهزة عالم توليد الطاقة الى نصفين قابلين للتكييف ، يشمل النصف الأول الآلة ذات الاحتراق الداخلي وقد أدت الى صنع وحدات توليد الضوء والقاطرة واخيراً الطائرة ، اما النصف الثاني فيشمل التربين الذي يعمل بالبخار والذي أدى الى صناعة آلات السفن العملاقة

والآلات التي توزع الطاقة الكهربائية . لم تظهر آثار الانجازات العظيمة التي تمت في القرن التاسع عشر في مجال الانتاج إلا في القرن العشرين .



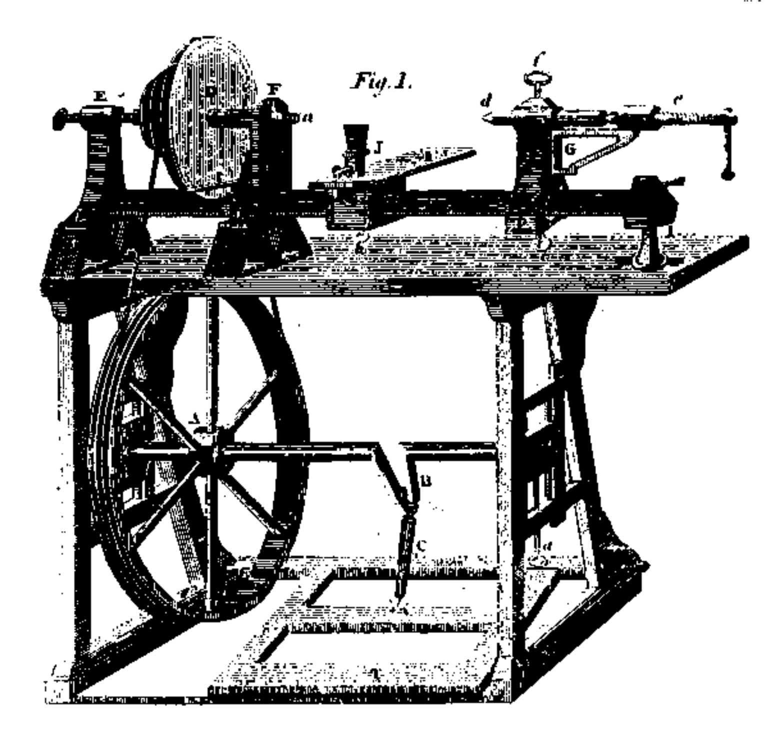
شكل (١٧٩)

التربينات البخارية تثبت على المركب « الملكة » من تصميم السير شارلز بارسونز Charles Parsons (١٨٥٤ - ١٩٣١) من كتاب « الطبيعة » باريس ١٩٠٤ .

الانشاءات الهندسية: الآلة كأداة

ادى ازدياد فرص الكسب نتيجة استخدام الآلات الى قيام صناعة الآلات نفسها كما خلقت هذه الصناعة بدورها ثورة في الأعمال اليدوية وخطت خطوة اخرى الى الأمام وهي استخدام الآلات لصنع الآلات / ومن أهم هذه الآلات مخرطة مودسلاي Maudslay وآلة القطع وآله عمل اللولب(*)(٢٠)٥-١٢ . لا يدين العلم هذه الثورة إلا قليلاً وتنحصر الادانة في دقة الملاحظة واستخدام الهندسة

والحكم الصحيح على الأشياء كآلة مودسلاي لمسح الخشب (فارة) والمكيورميد واللولب القياسي لهويتورث Whitworth ، وهنا حدث الاندماج التدريجي بين صناع الطواحين والساعات والهندسة الميكانيكية الجديدة / ساعدت وفرة المعادن وخاصة الحديد والحديد الصلب هذا الاندماج ووفرت لهؤلاء وسائل العمل / بدأت في أواسط القرن التاسع عشر اعداد المهندسين تزيد عن الموارد التقليدية القديمة فقد قضت مطرقة ناسميت Nasmyth التي تعمل بالبخار نهائياً على كور الحداد لفلكان Vulkan واصبحت صناعة الآلات من عمل الآلة وليس من عمل الانسان٥ـ١٠ . /



شكل (١٨٠)

مخرطة من تصميم هنري مودسلاي Henry Maudslay (١٧٧١ - ١٨٣١) كانت هذه المخرطة تطوراً عظيماً . من قاموس العلوم الميكانيكية والفنون تأليف الكسندر جاميسون Alexander Jamieson لندن عام ١٨٣٣ .

وبالرغم من ان صناعة الأجزاء المعدنية الدقيقة لم تعتمد على المعلومات العلمية إلا قليلاً بل اعتمدت على أداء الآلة وخبرة الحرفي إلا ان ذلك كان الطريق لكي تتطور الهندسة الميكانيكية وتأخذ طريق العلم . كانت التطبيقات الرياضية المعقدة لميكانيكة نيوتون في القرن الثامن عشر عديمة الفائدة للهندسة من الناحية العملية . حيث انه لا يمكن تحسين الآلة وزيادة دقتها وكفاءتها إلا عن طريق الحرفي الماهر وخاصة صانع الساعات . حتى في الأدوات الضرورية في الحرب لا يمكن صناعة مدافع ذات اسطوانات منتظمة ملساء من الداخل لكي يتحقق الأثر المدمر الفعال من استخدام النظريات المتعلقة بعلم القذائف٤-٨٢ . كل ذلك تغير من خلال اتقان عملية القطع في المعادن كما امكن تقدير اداء الوسائل الميكانيكية من لوحة الرسم مع شيء من التنبؤ بهذا الأداء مسبقاً . ليس هذا فقط بل ادى ذلك الى تعبيد الطريق الى تبادل استخدام الأجزاء المعدنية في الآلات المختلفة مما ادى الى الانتاج بالجملة في القرن العشرين . كان أول التوقعات مصانع ايلي هويتيني Eli Whitney للبنادق (١٧٦٥ - ١٨٢٥) والمصانع الحربية التي اقامها سير صمويل بنثام واخيه جيرمي في روسيا عام ١٧٨٤ والتي اصبحت بعد ذلك مصانع الأدميرالية الانكليزية وفيها كانت تصنع الآلات بواسطة مودسلاي وكلا المصنعين كانا مخصصين للانتاج الحربي .

الثورة المعدنية

لم يكن ممكناً تلبية الطلبات المتزايدة للآلات الجديدة وخاصة الآلات الثقيلة الخاصة بالتعدين أو السكك الحديدية والسفن والبناء بجانب الطلبات التي لا تنقطع من الهيئات العسكرية من غير وجود موارد متزايدة من المعادن وخاصة المعادن من الأصناف الجيدة . ان سهولة الحصول على الحديد والحديد الصلب بجانب الثورة في المثالورجيا الميكانيكية المتوقفة عليها كانت من الأسباب في قيام الثورة الصناعية ويمكن تقدير اهميتها من ظهور آلات النسيج والآلة البخارية وهنا ايضاً لم تعتمد الثورة في الميثالورجيا إلا على قليل من العلم واعتمدت في الكثير على تجارب الحرفيين . استمر ذلك حتى حلت الفترة الحرجة وهي انتاج الحديد الصلب بالجملة وبكميات كبيرة في أواخر القرن التاسع عشر .

استمرت صناعة الحديد والصلب كحرفة ما يقرب من ثلاثة آلاف سنة . كان حذق الحدادين في العصور الوسطى في الشرق والغرب عالياً لا يمكن مجاراته

ولكن كان انتاجهم اليدوي مرتفع الثمن بجانب قلته بحيث لم يكن يكفي الطلبات المتزايدة لصناعة المحاريث وحداوي الأحصنة والمعدات الحربية وغير ذلك من الأدوات التي لا غنى عنها / اجهدت طلبات ادوات التسليح لحروب القرن السادس عشر مصادر الانتاج في غرب أوروبا حتى بعد اختراع الحديد الزهر ولاعتماد صناعة الحديد على الفحم والخشب ولاستنزاف المخزون منه دفعت صناعة الحديد الطريق الى غابات السويد وروسيا وامريكا .

عصر الحديد

كان لاستمرار الزيادة في طلبات التجارة والصناعة الأسراع في التحول الثوري من استخدام الخشب الى الفحم الكوك في أوائل القرن الثامن عشر وادى ذلك الى سيادة حقول الفحم على الغابات واحلال الفحم للاستهلاك المنزلي وكوقود في الصناعة بدلاً من الخشب / ولو ان استخدام الفحم لانتاج الحديد استمر فترة طويلة كما رأينا، إلا ان النجاح الحقيقي كان في اتاحة الفرصة لحل كثير من المشكلات الفيزيائية والكيميائية بعيداً عن تدخل العلم في ذلك الوقت./ كان يجب حل هذه المشاكل عملياً مع المشاكل الأخرى المهيمنة على البيع من اجل الربح ./كان سبب اخفاق مشروع ستوريتفانت هو الطموح المتغالي والمحاولات لفرض الاحتكارات./

/ كانت نزاهة ومثابرة عائلة كويكر Quaker لداربيز Darbys هي التي تغلبت على كل هذه العقبات وبحلول منتصف القرن الثامن عشر احتفل بعصر الحديد الزهر الرخيص / كان ثمن الحديد الخام عام ١٢،١٧٢٨ جنيهاً للطن انخفض الى ٦ جنيهات عام ١٨٠٢ـ٥١٨٠٢ / ولكن كان استخدام الحديد الخام محدوداً فأمكن استخدامه في صناعة السكك الحديدية والكباري والطواحين واسطوانات الآلات والأعمدة ولكن لم يكن يستخدم في صناعة الآلات ولا قطع غيارها / اما الحديد المطاوع فكان يستخدم في حالات الصلابة والتوتر كما كان يستخدم الحديد الصلب في حالات المتانة مع المرونة ./ وجد الحل الجذري لصناعة مثل هذه الأنواع من الحديد في بوتقة هنتسمان Huntsman المصنوعة من الصلب عام ١٧٤٠ ، وطريقة كورت Cort بتحريك خام الحديد في حفرة بآلة خاصة عام ١٧٨٤ . لم تتطلب الطريقتان الى مساندة العلم بل نتجتا عن طريق الخبرة والذكاء / وفي أوائل القرن الثامن عشر بيّن ريمور Reaumur الذي كان يعمل في صناعة الحديد امكانيات وحدود العلم في ذلك الوقت ، فقد استطاع من خلال تجارب دقيقة ان

يحل لغز عمال الصلب وهو السر الذي كانوا يحتفظون به منذ أيام شاليبس Chalybes وهو ان الحديد الصلب يحوي فحماً ليس بالكثير ولا بالقليل ، ووجد انه يستطيع صنعه بصهر الحديد الخام مع الحديد المطاوع ، نشر شاليبس نتائجه ويعمله هذا خط بقلمه واحداً من انبل الأعمال وهو الدفاع عن حرية نشر المعلومات العلمية٤-٣٣، ١٥١ / ولكن للأسف لم يستفد منها احد اما لعدم قراءتها بواسطة اصحاب ورش الحديد أو انهم وجدوها طريقة غير عملية ،

استمر انتاج الحديد وبلغ الذروة خلال نهاية القرن الثامن عشر واوائل القرن التاسع عشر مع تخلف انتاج الحديد الصلب / كان كل التحسن في صناعة الحديد هو الاسراع في انتاجه باستخدام الهواء المضغوط أولاً ثم الساخن بعد ذلك وهي الطريقة التي ادخلها نلسن Neilson (١٧٩٢ - ١٨٦٥) الكيماوي٥-٤ الذي كان يعمل في مصانع الغاز ، استدعى هذا استخداماً اكثر للقوى الميكانيكية الجديدة لاستبدال الطريقة التقليدية القديمة بالطريقة الجديدة . ،

عصر الصلب

بسيمر Bessemer - سيمنز Siemens - جلكريست توماس Gillechrist Thomas

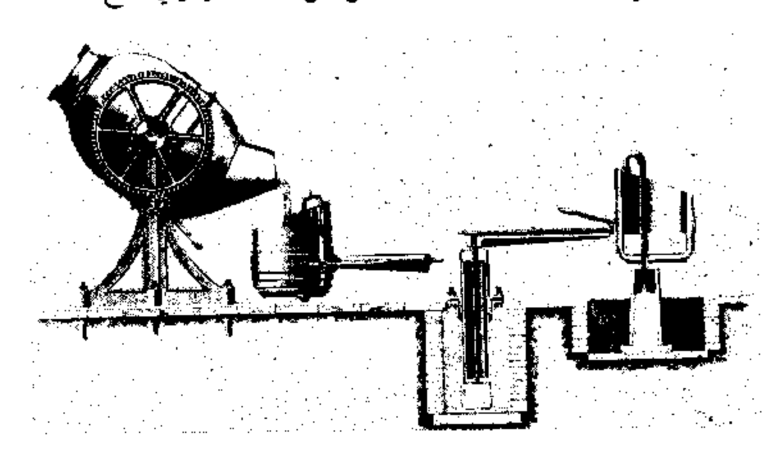
جاء التحول الجذري مع اختراع بسيمر وهو ايجاد طريقة لصناعة الصلب الزهر بكميات كبيرة ، وفي هذه الطريقة يدفع الهواء خلال الحديد الغفل المنصهر ليشعل الكربون فتتولد حرارة كافية لبقاء الصلب منصهراً ، ويمكن اعتبار هذه الطريقة بالنصف علمية حيث بالرغم من انها تستند الى اساس نظري إلا انهم توصلوا اليها بالتجربة / لم يكن بسيمر من رجال العلم ولكنه كان مخترعاً مثاليا فكان يعلم القليل من العلوم وله خبرة قليلة عن المعادن / ولكن ليست له أي خبرة في صناعة الحديد٥-٣ ،ومن المشاهد انه لا المهندسين في مصانع الحديد ولا اساتذة الميثالورجي فكروا يوماً في مثل هذه العمليات فكانوا يعلمون الكثير ولا يعملون إلا القليل . ،

وبعد ظهور طريقة بسيمر عام ١٨٥٦ في صنع الصلب سرعان ما اتخذت الطريقة القديمة لها طريقاً جديداً للبقاء من خلال تطبيق نظرية سيمنز وهي توليد الحرارة وارتفاع درجتها باستخدام الجاز المستهلك لتسخين الهواء الداخل ، وبهذه الطريقة يمكن صهر كميات كبيرة من الصلب واستخدام طريقة ريمور ابتداء من الحديد الغفل والخام ، وبدءاً من عام ١٨٦٧ اصبح الخندق المفتوح منافساً قوياً

لمحول بيسيمر .

لكل من الطريقتين حدود خطرة ، فكلتاهماتستعملان فقط في حالة الحديد الخام النقي ـ وهو ليس بالواسع الانتشار ـ الموجود في السويد واسبانيا وبحيرة سوبيريور ـ وقبل استخدام الطريقتين في حالة حديد كليفلاند واللورين كان يجب اجراء عملية تنقية باستخدام قلوي لامتصاص الفوسفور الضار . كان هذا من اكتشاف جيلكريست توماس Gilchrist Thomas عام ١٨٧٩ . وترجع اهمية هذا الكشف ليس فقط الى نتائجه العظيمة ولكن لكونه كشفاً علمياً خالصاً ٥-٣ ، ١٢٤ . ولو ان توماس كان يعمل كاتباً في مركز للشرطة في ستيبني Stepney إلا انه كان استاذاً في المتالورجيا النظرية ، وكان يعرف ما يريد بالضبط . وانتقلت تجاربه التي اجراها في قبوه بلندن بعد ثلاث سنوات لتطبق بنجاح على نطاق واسع في انتاج الصلب . كانت اعماله فألاً حسناً للثورة الصناعية في القرن العشرين .

دشنت الطرق الثلاث عصر الصلب فأولاً حل الصلب محل الخشب بسرعة كأداة انشائية في الأعمال الهندسية . وثانياً حل محل الحديد الزهر في صنع الأسلاك



شكل (١٨١)

طريقة صنع الحديد الصلب من تصميم هنري بيسيمر Henry Bessemer (١٨١٣ ـ ١٨٩٨) وتعرف بطريقة بيسيمر وقد احدثت ثورة في صناعة الصلب ولا تزال تستعمل الى الآن.

/ الحديدية والسفن والمدافع وكان الحديد الصلب الرخيص الثمن هو الأساس الذي اعتمد عليه الاستعمار في القرن التاسع عشر في التركيز على التجارة في المحيطات واستكشاف المستعمرات الاستوائية مع التحسينات في الطرق الحديدية والموانىء وكذلك التجهيزات المرتفعة الأثمان الضرورية للبحرية وأدوات الحرب ./

/ (٩ ـ ٣) الكهرباء والمغناطيسية

أول علم جديد ظهر بعد العصر النيوتوني هو الكهرباء وهو الموضوع الوحيد في العلوم الفيزيائية الذي لم يعره نيوتون انتباهاً وبالتالي شجع ما دونه من الباحثين العمل فيه / للكهرباء تاريخ اسطوري جديد فمعروف من أقدم العصور أن العنبر اذا دلك بقطعة من الصوف يستطيع جذب أجسام صغيرة / وكان من الطبيعي مضاهاة ذلك بقوة جذب المغناطيس وكان من الطبيعي ايضاً ان تدمج القوتان في اعمال السحر في الأزمنة القديمة / ان عقيدة التقارب والجاذبية ـ فكرة الفضيلة ـ تنحصر في انواع خاصة من المواد وتظهر بمعاملات خاصة ويتمثل ذلك في العنبر باحتكاكه واكثر من ذلك في المغناطيس بسبب خواصه السحرية وانتقال فضائله الى جسم آخر باللمس ./

/ بدأ ظهور علم المغناطيسية عندما امكن استخدام هذه الفضيلة في شيء نافع كالبوصلة البحرية وقد شرحنا فيما سبق خطوات تطور البوصلة من خلال اعمال بيتر Peter وروبرت نورمان Robert Norman وجلبرت Gilbert التي ادت الى الدراسة العملية للمغناطيسية ./

/ لم يكن جلبرت دي ماجنيت Gilberts De Magnete مهتماً فقط بالمغناطيس بل شملت اهتماماته النظرية العامة للمغناطيسية بما في ذلك ظاهرة العنبر واختراع أول جهاز كهربائي وهو المؤشر المتزن الذي اعطى بعد ذلك الجلفانومتر والالكترسكوب ./

/ الكهرباء الأولية ـ تأثير الاحتكاك

بالرغم من ان مغناطيسية جلبرت كانت الهاماً لوضع نظرية الجاذبية إلا ان تجاربه الكهربائية لم تتطور وبقيت كما تركها خلال القرن السابع عشر وهو عصر التجارب الهامة ./ وفي أوائل هذا القرن لم يكن هناك أي أمل في أي تطبيقات نافعة فكانت التجارب الكهربائية عبارة عن لعب للتسلية بعيدة كل البعد عن اهتمامات

العصر التي كانت تنحصر في المكننة والفراغ ، ومع ذلك كانت هناك بعض التجارب المتعلقة بالفراغ التي مهدت الطريق للتطورات الكبيرة التي حدثت في القرن التالي ./ وفي عام ١٦٦٥ اخترع فون جيريك Von Guericke ـ مخترع المضخة التي تعمل بالتفريغ الهوائي الكرة الدوارة وامكنه بالاحتكاك من حدوث ومضات ضوئية ، كانت هذه هي نوع الآلة الكهربائية التي ساد استعمالها مئات من السنين ، ولكن بالنسبة له كانت نموذجاً لاثبات نظرياته الكونية ، لاحظ بيكارد Picard (١٦٢٠ ـ ١٦٨٢) ان البارومتر اذا اهتز في الظلام يحدث نوراً أخضر - الفوسفور الزئبقي ـ اثارت هذه الظاهرة هاوكسبي Hauksbee مساعد نيوتون في أوائل القرن الثامن عشر واثبت ان الاحتكاك مثل توليد الكهرباء يمكنه احداث تأثيرات ضوئية في الفراغ وهي الفكرة التي بنيت عليها كل انوار الفلورسنت ولكنه لم يجهد نفسه لمعرفة كيفية حدوث ذلك .

جراي Gray : الموصلات والعازلات

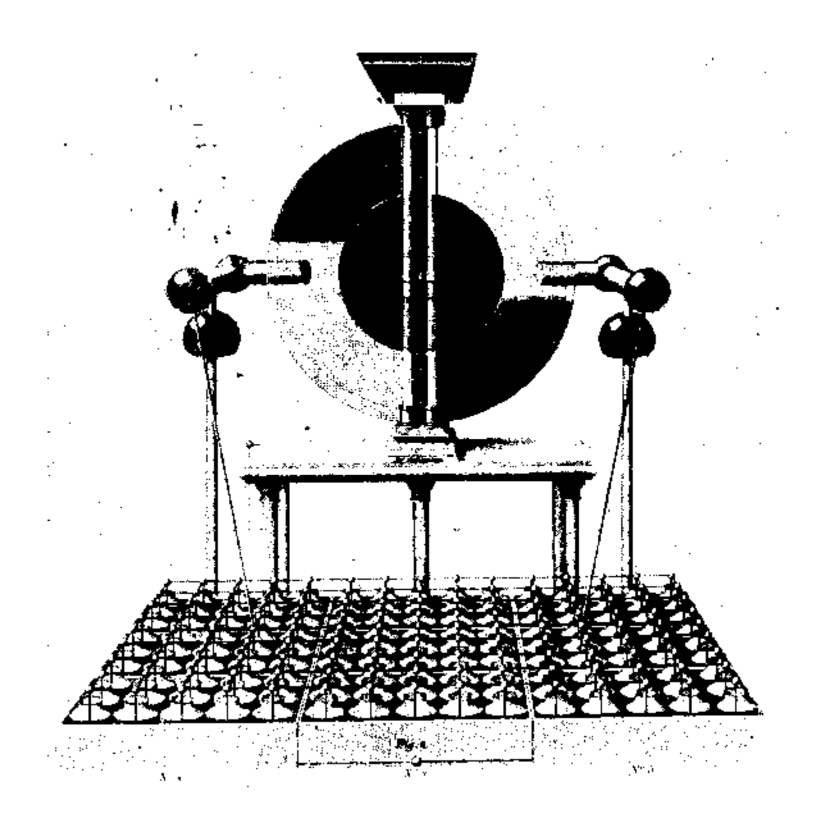
اجرى ستيفن جراي Stephen Gray (١٦٦٦ ـ ١٧٣٦)٤-٥٠ . وهو تلميذ من تلامذة نيوتون سلسلة اخرى من التجارب اوصلته عام ١٧٢٩ الى اكتشافه المضيء وهو توصيل الكهرباء ، كان اكتشافه أولاً عن طريق الصدفة ولكن بالمثابرة الذكية اهتدى جراي خطوة بعد خطوة الى أن الكهرباء التي ولدها بالاحتكاك يمكن توصيلها الى مسافات كبيرة ، كانت أول ملاحظاته ان السدادات التي وضعها في نهاية القضبان الزجاجية تجذب قطع صغيرة من الورق أو المعدن ثم فكر في وضع عصي في نهاية السدادات ثم كور في نهاية القضبان ثم كور في نهاية خيوط ، كل ذلك جذب القطع الورقية والمعدنية بنفس المقدار ، واخيراً جعل الكهرباء تخرج من الغرفة باستعمال خيط من الحرير الى الحديقة وكان هذا أول اختراع للتلغراف الكهربائي ، اما الاكتشاف العظيم الذي توصل اليه هو ان الكهرباء شيء يمكن ان ينسكب من مكان الى آخر دون ان يظهر لها أثر مادي ، أي ليس لها وزن « سائل لا يمكن تقدير تأثيره أو وزنه » «Imponderable Flukd». يمكن للكهرباء ان تسري في اجسام مثل الزجاج أو الحرير وسماها بالمواد الكهربية ، وهناك بعض المواد لا تسري فيها الكهرباء والتي نسميها بالعازلات ، ومن ناحية اخرى هناك بعض المواد تسري فيها الكهرباء ولكنها لا تولدها مثل المعادن والخيوط الرطبة وتسمى بالمواد غيرالكهربية أو الموصلات .

/ دوفاي Dufay : نوعان من الكهرباء

كانت اخبار هذه التجارب مسلية وسرعان ما انتشرت وأصبحت الكهرباء شكلاً شائعاً وأداة للتسلية واهتم بها بعض الهواة / في فرنسا وجد دوفاي عام ١٧٣٣ نوعين من الكهرباء نوع ينتج من احتكاك الزجاج والنوع الثاني من احتكاك الراتنج / بدأ كثير من الناس بناء آلات كهربائية لمحاولة اجراء التجارب وعرضها على الناس لجمع المال /

/ اناء ليدن والصدمة الكهربائية

كانت فكرة واضحة هي محاولة خزن الكهرباء في اوانٍ / وفي عام ١٧٤٥ حاول فون كليست Von Kleist احد رجال الكهنوت ان يمرر الكهرباء في اناء بواسطة مسمار ، وبامساكه الزجاجة في احدى يديه وملامسة المسمار باليد الأخرى تلقى أول صدمة كهربائية صناعية / بعد ذلك بعدة شهور اجرى موشنبروك Musschenbrock (١٦٩٢ - ١٧٦١) نفس التجربة في هولندا ولم يكن بينهما أي اتصال ، وبما انه كان صانعاً للأجهزة العلمية وله اتصالات كثيرة في العالم المثقف اقترن اسمه بما يعرف الآن باناء ليدن / كان لهذا الكشف تأثير كبير فحاول كل انسان في ذلك الوقت ان يجري التجربة على نفسه ويرى تأثير ذلك على الآخرين واصبحت الكهرباء الأسلوب السائد في القصور الملكية حتى ان ملك فرنسا في ذلك الوقت كهرب كل لواء الحرس ليجعلهم يقفزون قفزة واحدة في انسجام وذلك عن طريق الصدمات الكهربائية من أواني ليدن /



شكل (١٨٢)

أدى اختراع اناء ليدن في أواخر القرن الثامن عشر الى امكان خزن الكهرباء ، والحصول على كهرباء ذات جهد عالٍ . كان الاناء يحوي شرائح معدنية ومصنوعاً من الزجاج . كانت الشحنات الكهربائية تخزن في الأشرطة المعدنية ، الشحنات الموجبة في شريط والشحنات السالبة في شريط آخر . ادى اناء ليدن الى بناء المكثف وبعد ذلك دوائر كهربائية . في الصورة بطارية من اواني ليدن تشحن من آلة كهربائية . من موسوعة ابراهيم ريس **Ibrahim Raes** لندن ١٨٢٠

فرانكلن : الكهرباء الموجبة والسالبة

ذاع صيت الكهرباء في العالم كله بحيث ان فرانكلن Franklin وهو بعيد في فيلادلفيا سمع عنها واحضر بعض الأدوات الكهربائية وبعقله الثاقب وادراكه

القوي واجهزته الخاصة التي صممها استطاع ان يرى الحقيقة بين فوضى التجارب السابقة ويضع لها الحلول الصحيحة والتي لا تزال باقية الى الآن ومن هذه النتائج وجود نوع واحد من الكهرباء وتصورها نوع من السوائل غير المادية والتي توجد في جميع الأجسام غير محسوسة ما دامت مشبعة بها ، فاذا اضيف شيء اليها اصبحت موجبة الشحنة اما اذا فقد شيء منها اصبحت سالبة ، وميل السائل الكهربائي الى حالة التوازن هو السبب في الجذب الكهربائي واذا كان شديداً سبب الشرر والصدمات ، واذا احللنا هذا السائل بالالكترونات عديمة الوزن وغيرنا شحنته من السالب الى الموجب اي اضفنا اليه مزيداً من الالكترونات اصبح شرح فرانكلن هو النظرية الحديثة للشحنة الكهربائية .

مانع الصواعق

كان هذا الشرح البسيط لفرانكلن مع شرح عمل اناء ليدن هما اهم انجازاته في مجال النظرية الكهربائية والتي اكدت شهرته العالمية ولكن الذي حاز اعجاب العالم وادهشهم هو ادراكه بأن الشبه كبير بين الشرر الكهربائي الذي يصدر في المعمل والبرق الذي استطاع ان ينتزعه من السماء بواسطة طائرته الصغيرة ويثبت انه كهرباء ، وبطريقته العملية استطاع ان يضع النهاية وهي منع الضرر المتسبب من البرق - وهو شديد في الدنيا الجديدة - باستخدام مانع الصواعق الذي جربه عام ١٧٥٣ ، وبهذا الاختراع اصبحت العلوم الكهربائية لأول مرة ذات نفع عام .

كان لوطنية وتمرد فرانكلين تأثير جانبي غريب في انكلترا ، ففي عام ١٧٨٠ صمم الملك جورج الثالث ان تكون مانعة الصواعق الموضوعة أعلى قصر كيو ذات اطراف مستديرة بدلاً من ان تكون مدببة كما اقترح فرانكلن ، ولكن السير جون برنجل Sir John Pringle (١٧٠٧ - ١٧٨٢) رئيس الجمعية الملكية لم يوافق على ذلك ؛ وأيد رأي فرانكلن ومن أجل ذلك اجبر على الاستقالة ، وهناك فكاهة معاصرة تلخص هذا الجدل في القول اللاذع الآتي :

بينما انت يا جورج العظيم من أجل صيدامين
غيرت المانع من حاد الى كليل
فالشعب لم يعد متحداً ولا ذليل

ورأي فرنكلن السديد يقود
وكل آرائك في مانع الصواعق لا تعود

كولمب وقانون الجاذبية

بالرغم من كل هذه التطورات بقيت الكهرباء والمغناطيسية من الأسرار الغامضة فهي سوائل لا تؤثر ولا يمكن وزنها / ولم يبدأ دراستها دراسة كمية إلا بعد ايجاد بعض الطرق لقياسها / كان هذا من نصيب كولمب Coulomb (١٧٣٨ - ١٨٠٦) عام ١٧٨٥ الذي كان مشغولاً اصلاً بتحسين البوصلة البحرية٥-١٢ واوجد طريقة لتعليق الابرة على وتر خفيف واستخدمها لقياس القوى بين القطبين المغناطيسيين وبعد ذلك بين الشحنات الكهربائية ، وهذا هو الميزان الزنبركي ، وهو الأصل في معظم الأجهزة الكهربائية الدقيقة في الوقت الحاضر والتي توصل اليها ميشيل Michell (١٧٢٤ - ١٧٩٣) واستخدمها بعد ذلك كافندش Cavendish (١٧٢٤ - ١٨١٠)[*][٢١]. وبهذا وضع كولمب الحدس الذي استمر لعدة سنوات وهو ان القوى التي بين الأقطاب المغناطيسية وكذلك بين الشحنات الكهربائية تتبع نفس القانون الذي تتبعه الجاذبية. وهو ان القوة تتناسب تناسباً طردياً مع مربع المسافة / وصل بريستلي عام ١٧٦٦ من خلال تجاربه الى نفس النتيجة التي توصل اليها كافندش عام ١٧٧١ وهي انه لا توجد شحنة كهربائية داخل الموصل / اتاحت كل هذه التجارب الفرصة لجميع اجهزة نيوتون الميكانيكية لكي تستخدم في التجارب الكهربائية مع فارق واحد وهو ان في الكهرباء توجد القوى المتجاذبة مع المتنافرة. /

الكهرباء الحيوانية : جلفاني Galvani

لم يقف التقدم في العلوم الكهربائية الى حد استعمالاتها الكمية بل مرة اخرى كما حدث في اناء ليدن تدخلت الاحساسات الانسانية والحيوانية لتدفع وترشد في مجال العلوم الفيزيائية ، فقد لاحظ المفكرون والمشاهدون الأذكياء بأنه يوجد تشابه شديد بين الصدمات الكهربائية التي تحدثها آنية ليدن٥-٨٣ وتلك التي تحدثها مختلف الأسماك الكهربائية وخاصة سمك الورنك أو التربيدو Torpido.وفي عام ١٧٧٦ تمكن كافندش ان يصنع نموذجاً لسمكة التربيدو من الجلد واوصله ببطارية من آنية ليدن وادى هذا الى فكرة الكهرباء الحيوانية ، وقد أجري الكثير من التجارب الفاشلة لاثبات ذلك الى ان جاء جلفاني Galvani (١٧٣٧ - ١٧٩٨) استاذ التشريح بجامعة بولونيا فأجرى تجارباً على الحيوانات مستخدماً اجهزة كهربائية فلاحظ ان ارجل الضفادع تنكمش عند حدوث ومضات ضوئية /

ومضت ست سنوات قبل ان يلاحظ انه ليس من الضروري وجود اجهزة كهربائية لكي تنكمش أرجل الضفدعة بل يكفي ان تصل معدنين مختلفين وملتصقين بالعصب والعضلة لكي يحدث الانقباض .



شكل (١٨٣)

اكتشاف الكهرباء في الحيوان بواسطة لويجي جلفاني Luigi Galvani والذي تبعه في ذلك جيوفاني Giovanni Aldini (١٧٦٢ - ١٨٣٤) والذي كان يحاضر في تأثير الكهرباء في مجال الطب في جامعة بولونيا ومستشفى توماس في لندن .

التيار الكهربائي والبطارية ـ فلتا Volta

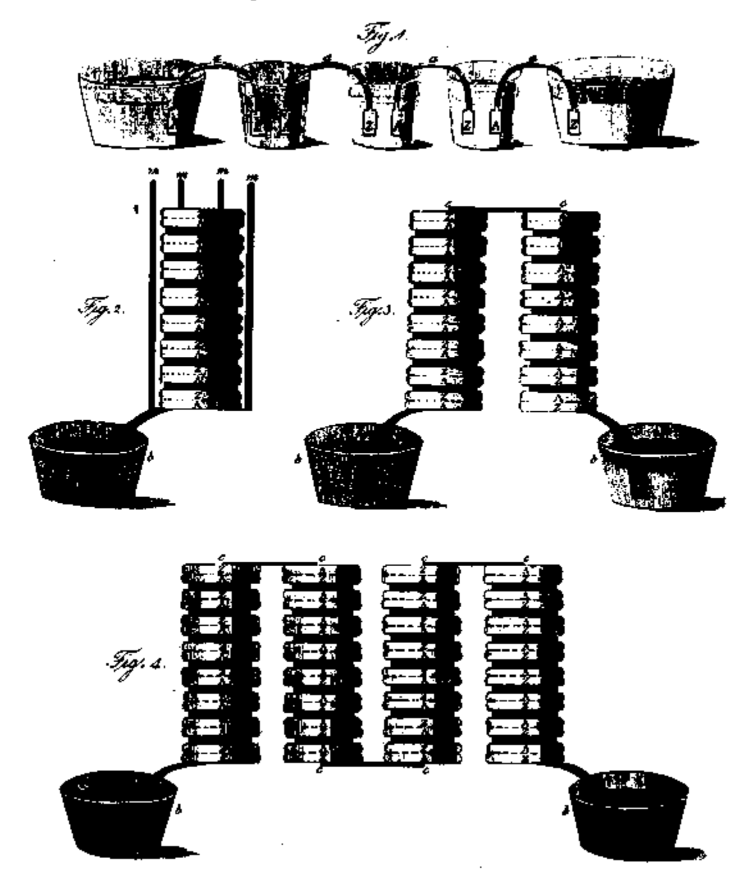
اكتشف جلفاني التيار الكهربائي ولكنه لم يدركه ، كانت اهتماماته منصبة على وظيفة الأعصاب التي جعلته يدرك من تجاربه حقيقة الكهرباء الحيوانية ، كانت هذه الحقيقة في حاجة الى عقل ثاقب ليدركها فكانت من نصيب مواطن من بلده هو اليساندرو فولتا Alessandro Volta (١٧٤٥-١٨٢٧) استاذ الفيزياء في جامعة بافيا Pavia ، ففي عام ١٧٩٥ اثبت عملياً كيف يحدث تياراً كهربائياً دون تدخل الحيوان ، فقد استطاع ان يحدث هذا التيار بوضع قطعتين معدنيتين مختلفتين بينهما سائل أو قطعة قماش مبللة وبهذا صنع أول بطارية كهربائية .

ان تطور الكهرباء في أواخر القرن الثامن عشر هو مثال واضح لالتقاء التأثيرات المختلفة لجميع العلوم في نقطة واحدة وكذلك الحافز الذي دفعته الثورة في ذلك الوقت لكل شيء جديد ونافع . وبناء على تأثير الكهرباء الفسيولوجي حاول الأطباء وحتى الدجالون ايجاد طرق جديدة لعلاج الأمراض . وبين هؤلاء كان الدكتور جون جراهام John Graham من المعهد الصحي الذي ترأسه الآنسة ايما ليونز Emma Lyons والتي اصبحت بعد ذلك السيدة هملتون Lady Hamilton وفي نفس الوقت ومن خلال مجهودات الأطباء دخلت الكهرباء في خدمة كيمياء الهواء المضغوط . وفي عام ١٨٠٠ استخدم الدكتور كارليسل Dr Carlisle (١٧٤٨ ـ ١٨١٦) وهو جراح من لندن وصديقه وليم نيكلسون William Nicholson (١٧٥٣ ـ ١٨١٦) وهو مهندس وتاجر وناشر للكتب العلمية البطارية الجديدة لتحليل الماء إلى مكوناته الأوكسيجين والهيدروجين . وبهذا وضعوا نهاية لمشكلة اساسية في الكيمياء وأساساً لفرع جديد هو الكيمياء التحليلية .

اصبحت بطاريات جلفاني من ضروريات المعامل حيث كانت أواني ليدن تستخدم قبل ذلك . وفي أول الأمر كانت مرتفعة الثمن ولم يقتنها إلا الأثرياء ، ولذلك كان على دافي Davy عام ١٨٠٢ ان يصنع المعادن الجديدة وهي الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام اكبر بطارية في العالم الموجودة في المعهد الملكي . اخرجت هذه التجارب الكهرباء من عزلتها ـ كظاهرة غير مألوفة وربطتها بدائرة العلوم ، وبدأت الكهرباء تبشر بالنفع بجانب الاهتمام ولم يتحقق هذا النفع لأجيال عديدة الى أن حدث ارتباط بين الكهرباء والمغناطيسية .

وباستثناء التشابه بين نوع الكهرباء الناتجة من عمود جلفاني والناتجة من

الآلة بالاحتكاك واختلافهما فقط في الكمية والقوة) ظل التيار الكهربائي مغلقاً بحجاب من الغموض لعشرين سنة بعد ذلك ، كانت التيارات المتولدة من البطاريات مختلفة من حيث القوة ولا يمكن تقديرها ولا استخدامها للقياسات المختلفة إلا اذا اكتشف تأثير جديد للتيار الكهربائي .



شكل (١٨٤)

« كان اختراع الستدرو فولتا Alessandro Volta (١٧٤٥ - ١٨٢٧) شيئاً جوهرياً حيث وضع اساساً لعمل تيار كهربائي مستمر في ايدي المجربين والمهندسين » . جاء ذلك في خطاب فولتا الى الجمعية الملكية عام ١٨٠٠

الكهرومغناطيسية

ان اوجه التشابه العديدة بين الكهرباء والمغناطيسية جعل الفيزيائيون يفكرون في العلاقة التي تربطهما / كان من الصعب ايجاد هذه العلاقة الى ان جاء عام ١٨٢٠ عندما وجد اويرستد Oersted (١٧٥٧ - ١٨٥١) في كوبنهاغن ان التيار الكهربائي يحدث انحرافاً في ابرة البوصلة وسرعان ما ادمج علمي الكهرباء والمغناطيسية في وحدة واحدة وتم ذلك الى الأبد / وكان من نتيجة ذلك اكتشاف ستورجيون Sturgeon (١٧٤٣ - ١٨٥٠) للكهرومغناطيسية عام ١٨٢٣ وتطورها بفضل هنري Henry (١٧٩٩ - ١٨٧٨) الذي ادى الى اختراع التلغراف السلكي والموتور الكهربائي /

كان لانحراف الابرة في البوصلة بواسطة التيار الكهربائي اهمية كبرى من الناحية النظرية فخلال تجارب امبيرAmpére (١٧٧٥ - ١٨٣٦) وجوس Gauss (١٧٧٧ - ١٨٥٥) واوم Ohm (١٧٨٧ - ١٨٥٤) تم فهم حقيقة المجال المغناطيسي الذي يحدث نتيجة التيار الكهربائي والطريقة التي يمر بها في الموصلات واصبحت الكهرباء الآن علمًا كمياً واخذت طريقها الى الوسائل الرياضية في الميكانيكا / ومع ذلك اختلفت القوانين الجديدة عن قوانين نيوتون ، فبينما يعتقد نيوتون ان كل القوى التي تعمل بين جسمين تؤثر في خط يصل بين مركزيهما ولكن هنا يوجد قطب مغناطيسي يتحرك عمودياً على هذا الخط موصلاً إياها بالسلك الموصل للتيار الكهربائي / كان هذا أول تحول من نظرية المجال السكالاري البسيط Scalar (كمية لها ابعاد ولكن ليس لها اتجاه) الى نظرية الموجات Vector حيث يمكن تقدير الاتجاه والمسافة / اعطت هذه الاكتشافات الفيزيائية القوة الدافعة للرياضيات وفصلتها عن المعتقدات النيوتونية العقيمة /

اكتشافات جاءت عن طريق الصدفة

من الأمور المسلية ان نلقي نظرة على الاكتشافات التي جاءت عن طريق الصدفة والتي أثرتنا بهذه الكمية من المعلومات / وفي أول الأمر يجب ان نؤمن بفكرة ان العلم لا يمكنه التكهن بشيء بل يعتمد كل الاعتماد على الاكتشافات التي تجيء بالصدفة / واليوم نعلم طبيعة الأشياء التي تربط بين أوجه الطبيعة المختلفة وكان من الصعب ان نعرف شيئاً عنها على المدى الطويل / الهمت فكرة التوحيد أويستد بأن يدرس العلاقة التي تربط الكهرباء بالمغناطيسية لمدة ثلاثين عاماً ولم يكن

اكتشافه لهذه العلاقة نتيجة أي تخطيط سابق / وفي هذه الحالة بما ان الكثيرين كانت تسليتهم اللعب بالتيارات الكهربائية والابر المغناطيسية فلا بد وان واحداً منهم لاحظ العلاقة بينهما ، ولكن لم يهتم بها الكثيرون / ان المشكلة في العلم ليس في اداء الاكتشاف ولكن في معرفة ان واحداً قام به / ففي كل التجارب توجد العديد من التأثيرات والنتائج والكثير منها ليست له دلالة والمطلوب شيء من الذكاء والفطنة لكي نرى فيها الشيء الذي له معنى / هذا هو الحال عندما لا يوجد شيء هام في نظرية موجودة لكي ينتظر منها شيء يحدث أو اكثر من ذلك كما يحدث عادة / عندما توجد أسباب قوية في عدم وجود شيء ننتظره منها / وفي القريب أو في البعيد اذا حدث ان اناساً يفكرون ويدققون في مجال من المجالات فلا بد ان واحداً منهم أوتي من الذكاء والفطنة وقوة الملاحظة الشيء الكثير ينجح ويقوم هو بالاكتشاف ./

ميشيل فاراداي Michael Faraday ـ التأثير الكهرو مغناطيسي

قبل معرفة العلاقة التي تربط الكهرباء بالمغناطيسية معرفة تامة يجب اجراء خطوة هامة اساسية / رأينا كيف ان التيارات الكهربائية تحدث المغناطيسية فعلينا الآن معرفة الى اي مدى تحدث المغناطيسية التيارات الكهربائية ./ ولو ان هذا الكشف تأخر في الظهور عشر سنوات اخرى إلا انه لم يكن نتيجة الصدفة كما حدث لأورستد / ولكن جاء نتيجة بحوث منظمة ومخططة اجراها فاراداي ، ففي عام ١٨٣١ وفي عيد ميلاده الأربعين اعلن فاراداي بأن العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية علاقة ديناميكية وليست استاتيكية ، فيجب تحريك مغناطيس بالقرب من موصل لتوليد التيار الكهربائي ٥ـ٥ / اثبتت هذه الملاحظة الهامة بأن المغناطيسية ليست فقط مكافئة للكهرباء في الحركة ولكن بالعكس ان الكهرباء هي مغناطيسية متحركة وبذلك امكن مناقشة الظاهرتين سويا في العلم الجديد وهو الكهرومغناطيسية ./

/ كان لاكتشاف فاراداي اهمية اكبر بكثير من اكتشاف أويرستد حيث انه يعني امكان توليد تيار كهربائي بشغل ميكانيكي / وبالعكس يمكن حدوث عمل ميكانيكي بتيار كهربائي / وخلاصة القول كانت جميع الصناعات الكهربائية الثقيلة من اكتشاف فاراداي ولكن اخذ هذا الموضوع نحو خمسين سنة لكي يوضع موضع التنفيذ العملي بكل امكاناته / كانت لفاراداي رغبة ضئيلة لكي يتجه

الوجهة العملية في اكتشافاته ولم يكن ذلك نتيجة أي سبب علماني ولكن فارادای كان يعلم من تجاربه في المحيطين التجاري والاداري مدى المتاعب التي تناله من جراء تقديم أي رأي من آرائه للمجال العملي الاستغلالي ، وشعر بأنه يمكن الاستفادة من وقته اكثر بكثير بطريقته الخاصة ٥-٢٨ .

كان فرادای مهتماً كما تدل على ذلك مذكراته بمشروع طويل الأجل لإيجاد العلاقة التي تربط جميع القوى المعروفة لعلم الفيزياء في ذلك الوقت من كهرباء ومغناطيسية وحرارة وضوء ، وبعدد من التجارب الدقيقة الذكية استطاع ان يحدد امكانية كل من هذه القوى ، كما اكتشف خلال اجراء هذه التجارب العديد من المشاهدات التي لم يتم ازالة الحجاب عنها الا في عصرنا الحالي ٥-٤٦ .

المجال الكهرومغناطيسي : ماكسويل Maxwell

كان فرادای من القلائل في الوسط الفيزيائي الذي يمتلك رؤية حادة وادراك غير عادي نحو القوى التي يتعامل معها ، فقاده خياله الخصب الى رسم صورة للمجالات الكهربائية والمغناطيسية المجهزة بخطوط وأنابيب من القوى مبيناً انه اينما وجدت انبوبة مغناطيسية تقطع موصلاً كهربائياً فإنها تولد تياراً كهربائياً وبالعكس فإن مرور التيار الكهربائي يولد مجالاً مغناطيسياً ، وبهذا المعنى فإن عمل فرادای انما هو تكملة لاستنتاجات نيوتون الرياضية العظيمة ، حيث تحل المجالات والجهد محل الجذب بين النقط الهندسية . كانت مهمة كلارك ماكسويل Clark Maxwell (١٧٣١ - ١٨٧٩) هي تحويل بديهيات فرادای الكيفية الى معادلات رياضية كمية ، وقد لخص في صيغة مختصرة النظرية الكهرومغناطيسية بعيداً عن تأثيرات الكهرباء الصعبة المراس على المواد كما يحدث في عزل الكهرباء ، وأدت هذه الصيغة الى اكتشاف الالكترون .

شكل (١٨٥)

صفحة من كراسة ميشيل فرادای Michael Faraday (١٧٩١ - ١٨٦٧) تبين تخطيطاً لتجربته التي اثبت بها أن المغناطيسية يمكن أن تولد تياراً كهربائياً في ملف من السلك وهو الكشف الذي أدى الى صنع المحول .

Aug 29th 1831.

Expts. on the production of Electricity from Magnetism, &c. &c.

2. Have had an iron ring made (soft iron), iron round and 7/8ths of an inch thick and ring 6 inches in external diameter. Wound many coils of copper wire round one half, the coils being separated by twine and calico — there were 3 lengths of wire each about 24 feet long and they could be connected as one length or used as separate lengths. By trial with a trough each was insulated from the other. Will call this side of the ring A. On the other side but separated by an interval was wound wire in two pieces together amounting to about 60 feet in length, the direction being as with the former coils; this side call B.

Charged a battery of 10 pr. plates 4 inches square. Made the coil on B side one coil and connected its extremities by a copper wire passing to a distance and just over a magnetic needle (3 feet from iron ring). Then connected the ends of one of the pieces on A side with battery. Immediately a sensible effect on needle. It oscillated & settled at last in original position. On breaking connection of A side with Battery again a disturbance of the needle.

Made all the wires on A side one coil and sent current from battery through the whole. Effect on needle much stronger than before.

The effect on the needle then but a very small part of that which the wire communicating directly with the battery could produce.

ادت معادلات ماكسويل الى نتائج اكثر من ذلك بكثير ، فقد بيّنت من طبيعتها انه يمكن تطبيقها على الموجات الكهرومغناطيسية المضطربة التي تنتقل بسرعة تكاد تكون في سرعة الضوء / شهد القرن التاسع عشر تراجعاً في طبيعة الضوء فقد اكد نيوتون عن اقتناع ـ ولم يستطع احد خلال مائة عام ان يجادله في ذلك ـ ان الضوء يتكوّن من دقائق مضطربة تنتشر في الفضاء بسرعة كبيرة / وفي عام ١٨٠١ اضطر الفيزيائي توماس يونج Thomas Young (١٧٧٣ ـ ١٨٢٩) في انكلترا والفيزيائي فريسنل Fresnel (١٧٨٨ ـ ١٨٢٧) في فرنسا الى الرجوع الى رأي هيجنز Huygen نتيجة تجاربهاعلى تداخل واستقطاب الضوء وأن الضوء عبارة عن موجات / وبعد معركة حامية مع اتباع نيوتون حملوا ولمدة مائة عام النظرة الموجبة للضوء دون تحد من احد / ومع ذلك اذا لم يكن من المعقول وجود الدقائق المضطربة فلا بد من وجود الوسط الذي يحمل الموجات حتى في الفراغ المتسع والأثير المضيء الذي يمتاز بالصلابة المتناهية مع الرقة الشديدة٤ـ١٦٨ ، والذي خلق ليقوم بهذا العمل ، ولكن كان من المعروف ان الكهرباء والمغناطيسية تعملانخلال الفضاء الفارغ ، ومن أجلهما خلقت المجالات غير الملموسة والتي يصعب ادراكها / اوضح ماكسويل وجود اثير واحد غامض يعمل للثلاثة ، وقد انجز وبسط الكثير من المعلومات الفيزيائية التي مهدت الطريق لما تم من تطور في الفيزياء بعد ذلك /

/ من هذه التطورات اتفاق الآراء بأن الضوء بجميع اشكاله يظهر كظاهرة كهرومغناطيسية وثانياً الاستنتاج بأن الذبذبات الكهرومغناطيسية يجب ان تعطي تموجات في الأثير مشابهة للموجات الضوئية ولكن بذبذبات أقل بكثير / اثبت ذلك هيرتز Hertz (١٨٥٧ ـ ١٨٩٤) عملياً عام ١٨٨٨ واصبحت تلك المشاهدات أساس الاتصالات اللاسلكية /

/ وبمعادلات ماكسويل اصبحت النظرية الكهربائية تامة وكاملة بحيث لم يبق للفيزياء شيء في مستقبلها إلا التوسع لتبلغ حد الكمال / وفي الحقيقة كما سنرى في الفصل التالي انها غطت جزءاً صغيراً من ظاهرة الكهرباء وأن وحدة الكهرباء وهي الالكترون غابت كلية من معادلاته /

التباطؤ في استخدام الكهرباء

لعرض قصة متكاملة لتطور وتقدم النظرية الكهرومغناطيسية قيل انها نتيجة طبيعية تمت خلال القرن التاسع عشر ، ولكن تطور الكهرباء خلال هذه الفترة كان لهوجه تطبيقي آخر تفاعل تفاعلاً مستمراً مع تقدم النظرية الكهربائية٥-٣/ فمنذ عام ١٨٣٠ اصبحت الكهرباء مرتبطة بالحياة الاقتصادية أولاً في صورة مواصلات ثم عمليات الطلاء ثم الانارة ثم توليد القوى المحركة مع شكلين جديدين للاتصالات وهما التليفون واللاسلكي اللذان ظهرا في أواخر القرن التاسع عشر / كانت الكهرباء أول أداة علمية تخلق صناعة خاصة بها دون تدخل عوامل تقليدية موروثة ./

كان استخدام الكهرباء بطيئاً لأنه بالرغم من حرص الممول الرأسمالي على الأخذ بالأساليب الجديدة بعيداً عن منافسيه كانت هناك الكثير من المتاعب لاستخدام أي شيء متطور قبل التثبت من فائدته مادياً / ، بجانب ان كلا من العلماء الأكاديميين والمخترعين المستقلين كانوا في ضيق مالي ولا يستطيعون تمويل مثل هذه المخترعات أو التطورات ، وكان الطريق الوحيد الذي امكن انجازه هو انتاج اشياء يمكن بيعها بسرعة وكذلك تمويل اختراع جديد من مكسب بيع اختراع قديم / قليل من الناس هم الذين قبلوا التغلب على كل هذه الصعاب للاستفادة من تطبيق هذه المنجزات الهامة ، وللأسف كان الفشل نهاية معظمهم /

وفي طريق تحول مثل هذه الاكتشافات من المعمل الى المصنع امكن تمييز اربع مراحل رئيسية تختص كل واحدة بناحية عملية مختلفة للتطبيقات الكهربائية الجديدة / هذه المراحل هي التلغراف وعمليات الطلاء الكهربائية والمصباح الكهربائي واخيراً اسلاك المصباح الكهربائي / احتاجت المرحلة الأولى تياراً كهربائياً ضعيفاً أدى الى تحسين عمل البطاريات وادوات الاستقبال وبالتالي تطور في النظرية الكهربائية / اما عمليات الطلاء الكهربائي فتطلبت تيارات قوية مما استدعى وضع حوافز لاستخدام اجهزة ميكانيكية لتوليد الكهرباء وأدى ذلك الى تطبيق نظرية فاراداي لأول مرة التي تستخدم مغناطيسيات دائمة ، وبعد ذلك اصبحت صناعة طلاء المعادن رخيصة غير مكلفة ./



شكل (١٨٦)

جيمس كلارك ماكسويل **James Clerk Maxwell** كانت معادلاته عام ١٨٧٣ بخصوص النظرية الكهرو مغناطيسية اساس تطورات فيزيائية حديثة وفي تكنولوجيا الالكترونات / صورة مأخوذة من نقش على الصلب من صنع ستودارت **Stodart** من كتاب حياة كلارك ماكسويل تأليف لويس كامبل **Lewis Campbell** ووليم جارنت **William Garnett** لندن ١٨٨٢ .

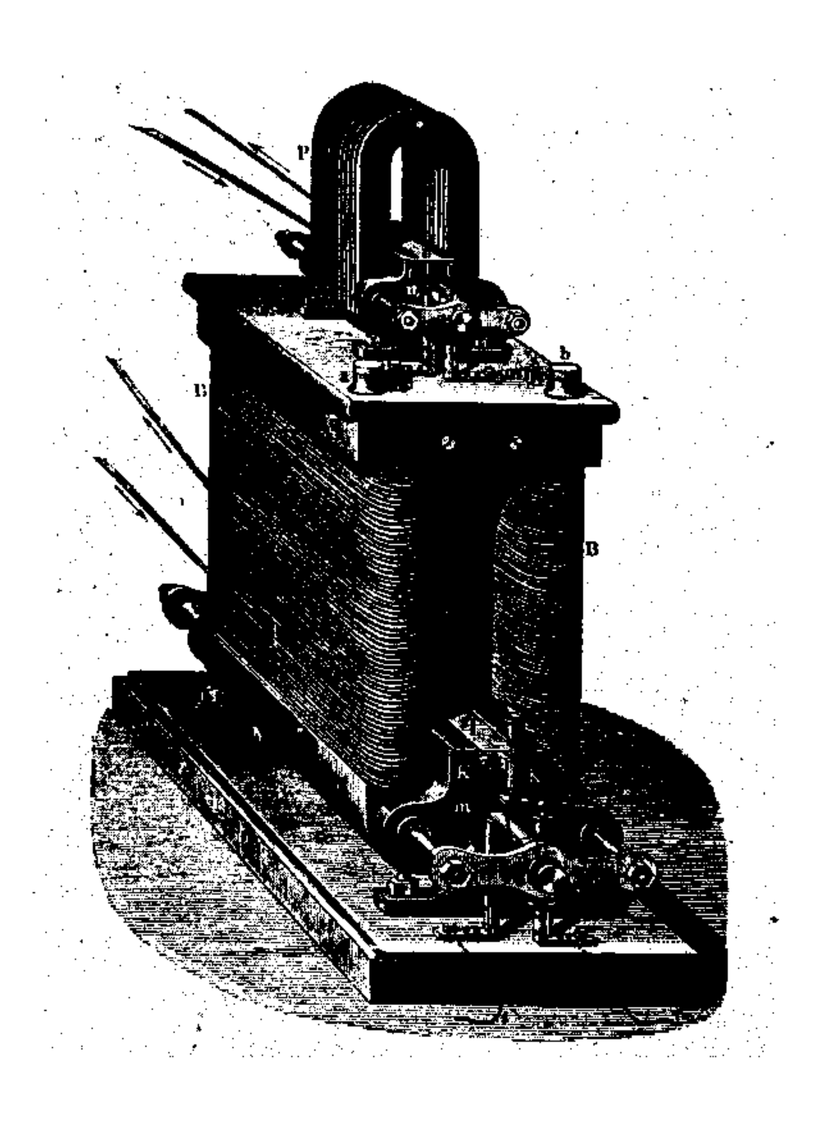
المصباح القوسي والدينامو

اتاح المصباح القوسي مجالاً متسعاً للعمل كما اصبحت الحاجة الى مولدات كهربائية ملحة ./ كان لاكتشاف ويلد Wilde (١٨٣٣ - ١٩١٩) وسير وليم سيمنز William Siemens (١٨٢٣ - ١٨٨٣) عام ١٨٦٧ فضل استخدام التيار الكهربائي المولد من آلة كهربائية لاثارة المجال الكهرومغناطيسي لآلة اخرى والذي ادى الى اختراع الدينامو وهو عنوان الطاقة للعصر الجديد ./ وبانتاج تيار كهربائي منخفض التكاليف بدأ استخدامه في اغراض شتى أهمها انارة المنازل والمحلات التجارية حيث كان يستخدم المصباح القوسي وهو شديد التألق ./

كان الحل لمشكلة تقسيم الضوء الكهربائي هو استعمال المصباح المتوهج بخيط من الكربون ثم من المعدن في مصباح مفرغ ./ وكانت المشكلة الفنية هي عمل مصابيح كهربائية رخيصة ومتينة في نفس الوقت وتم التوصل الى ذلك بالعمل المتواصل فصنعت في روسيا بواسطة لوديجين Lodygin (١٨٤٧ - ١٩٢٣) عام ١٨٧٢ وبواسطة سوان Swan (١٨٢٨ - ١٩١٤) في انكلترا ./ كان انتاج المصابيح الكهربائية تجارياً في حاجة الى آلة متطورة لتفريغ الهواء وأدى الدافع القوي لهذا الغرض الى سرعة ايجادها ولكن كانت العقبة في التوزيع ./ كان انجاز اديسون العظيم هو انشاء محطة لتوليد الكهرباء عام ١٨٨١ مع نظام لتوزيعها مما جعل المصابيح الكهربائية صالحة للاستعمال في كل المنازل كالماء والغاز٥-٦٥ ./

لم يكن السبب في مرور خمسين عاماً بين اكتشافات فرداي وتطبيقات اديسون هو تقصير علمي أو تكنولوجي ولكن كان السبب الحقيقي اقتصادياً ٥-٣ واجتماعياً ./ لم تكن هناك وسائل متاحة في منتصف القرن التاسع عشر لقيام مؤسسة لاستغلال اكتشاف علمي قبل ان يثبت منفعته وكسبه ، وعندما ظهر الضوء الكهربائي والطاقة انتشرا خلال القرن التالي بسرعة اكبر بكثير من انتشار البخار ./

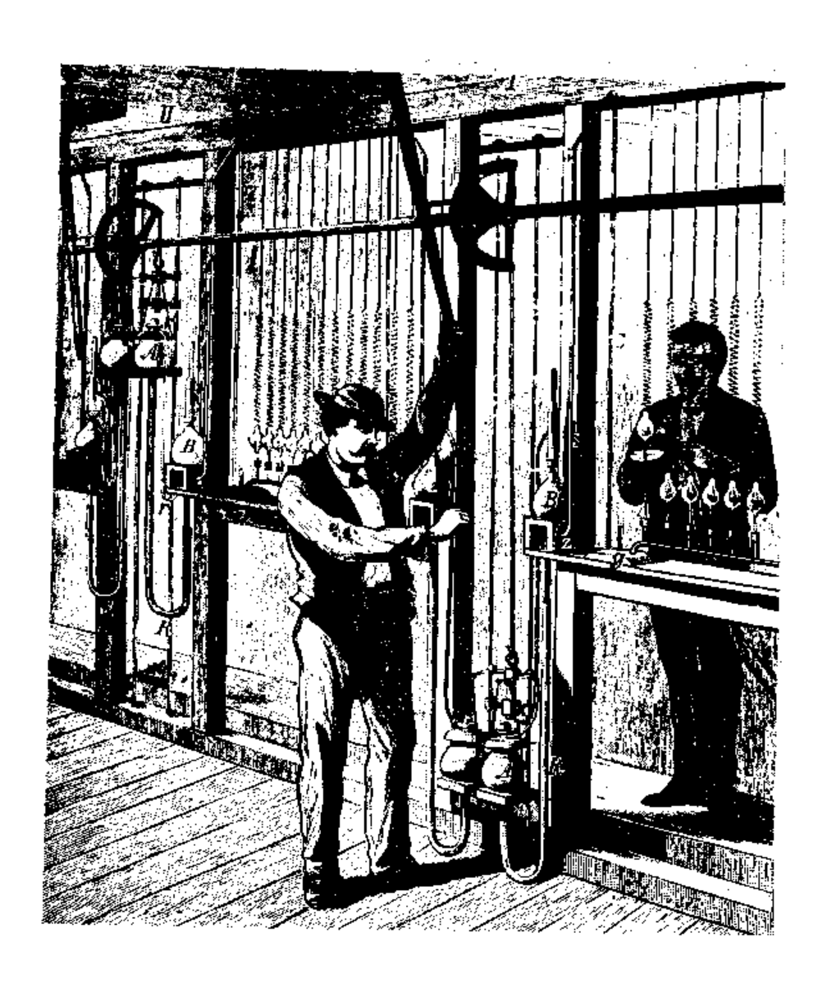
كانت تجارب أويرستد وفرداي في مجال الكهرومغناطيسية التي صاغها ماكسويل في معادلاته الرياضية هي الأساس الذي اعتمدت عليه الكهرباء في انتشارها كطاقة محركة للمواصلات والقاطرات والحرارة والانارة وكذلك استخدامها في التلغراف والتليفون ، وفي الحقيقة لم تحدث أي اضافات جذرية للعلوم الفيزيائية منذ عام ١٨٣١.باستثناء التطبيقات الالكترونية كانت الصناعات الكهربائية خلال القرنين التاسع عشر والعشرين مثالاً واضحاً وجلياً لصناعة علمية



شكل (١٨٧)

نموذج لديتامو هنري وايلد Henry Wild (١٨٣٢ - ١٩١٩) والذي كان يستخدم عام ١٨٦٥ وكان يستخدم فيه ملفان منفصلان لاحداث مجال مغناطيسي يدور فيه الملف / من جورج داري ١٨٨٣ .

بحتة توقفت على الذكاء والنبوغ في استغلال عدد محدود من المبادىء لحل مشاكل عامة دائمة .



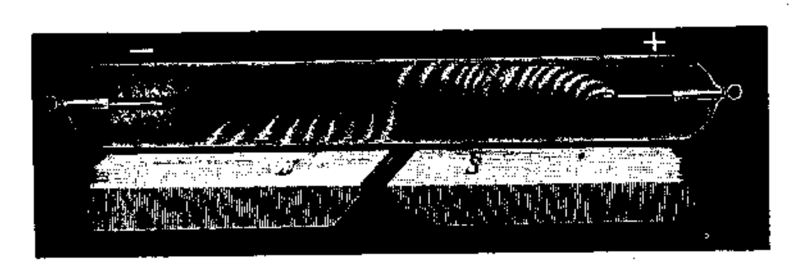
شكل (١٨٨)

النور الكهربائي مستخدماً سلكاً متوهجاً داخل مصباح زجاجي مفرغ لمنع احتراق السلك اصبح شائع الاستعمال بعد عام ١٨٨١ . في الصورة مضخة مصنوعة من الزئبق لتفريغ الاناء الزجاجي من ورمل Wormell « الكهرباء في خدمة الانسان » .

ان حكاية الكهرباء والمغناطيسية تعطي أول مثل في التاريخ لتطبيق تجارب علمية نظرية بحتة في مجال الصناعة . إن الصناعات الكهربائية من الموضوعات العلمية البحتة ومع ذلك نجد هنا الحقيقة التي لا تنتقص وهي كيف ان بحثاً علمياً بحتاً تحول الى عمل هندسي تطبيقي ، لم يكن ضرورياً للرجال الذين قاموا بتجهيز المعدات اللازمة للتلغراف ان يكونوا في المستوى العلمي لهؤلاء الرجال الذين اخترعوه ولهذا فقد برزت مجموعة من المهندسين المتخصصين في الخدمات التلغرافية كونوا لأنفسهم جمعية عام ١٨٧١ ، وفي عام ١٨٨٩ تغير اسمها الى معهد المهندسين الكهربائيين ، وفي خلال خمسين عاماً اكتسبت مهنة الهندسة الكهربائية تقاليد واصبح لها قوانين لممارستها كما أن مشاكل التخطيط والتنفيذ والاقتصاد في العمالة وسرعة التنفيذ اضيفت الى القواعد العلمية الأساسية للاستقراء في الكهرومغناطيسية ، كادت الحلقة ان تكتمل وهيأت المهنة الجديدة العمل لشابين احدثا ثورة في الفيزياء وهما البرت اينشتين Albert Einstein وديراك Dirac .

عزل الكهرباء والفيزياء الحديثة

لم تكن الانتصارات العملية للهندسة الكهربائية هي نهاية النتائج المثمرة للعلوم الكهربائية والمغناطيسية ولا هي نتيجة المثابرة في تطبيق نظرية الكهرومغناطيسية ، بل كانت نتيجة مجموعة من الظواهر مختلفة كل الاختلاف عن ذلك - ان الوهج الذي تألق والذي اثار اهتمام هواة الكهرباء في القرن السابع عشر



شكل (١٨٩)

تم عزل الكهرباء واشعة المهبط الغامضة في أواخر القرن التاسع عشر بواسطة هينرش جيسلر Heinrich Geissler (١٨١٤ - ١٨٧٩) وتم ذلك بلحم القطبين بقضيبين من الزجاج . ادت هذه الدراسات الى اكتشاف الذرات الكهربائية وتطور الفيزياء النووية .

والذي أدى الى هذا التطور الجديد هو الذي قاد الى اكتشاف اشعة × والالكترون والنشاط الاشعاعي والموجات الالكترونية والنظرية الذرية واخيراً انشطار الذرة ./ لم يكن هذا الفرع من الفيزياء يبشر بنجاح في مستقبله فكانت الظاهرة متقلبة الأطوار مستحيلة التطبيق من الناحية العملية ولذلك لم تنل الاهتمام اللازم لمداومة البحث / ونتج عن ذلك إجراء بعض البحوث الغير منهجية والعابرة / اما النتائج الباهرة المثيرة التي يمكن أن تنتج عنها فبقيت الى ان جاءت نهاية القرن التاسع عشر ومن ثم ظهرت وخرجت الى النور /

(٩ ـ ٤) الكيمياء

كانت الظاهرة الرئيسية للعلم خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر هي حقاً تأسيس علم الكيمياء بحيث اصبح علماً منطقياً عملياً /ومن الناحية العملية كان علم الكيمياء اقدم من أي علم آخر ولكن كما بينّا سابقاً لم يكن منطقياً إلا في العصر الحديث حيث ان علوم العصور القديمة كان ينقصها العناصر الأساسية التي يجب توافرها لكي تكون منطقية / كان على علم الكيمياء ان ينتظر حتى يتجمع الكثير من التجارب لمعرفة خواص المواد ونتيجة التفاعلات بينها وكذلك صورها المختلفة التي لم تكن متاحة ابان العصور القديمة وكذلك عصر النهضة / كان من الضروري حدوث تطور سريع في أعمال المناجم وصناعة الكيماويات على ايدي اناس غير علميين ولكنهم فنيون مهرة قبل ان تظهر أي نظرية كيماوية ذات تأثير واضح / ليس هذا فقط بل تطلب ايضاً عرض بعض الآراء الشاملة التي تفسر هذه التجارب المختلفة وجمعها لاعطاء صورة واضحة يمكن رؤيتها وادراكها ثم استخدامها لايجاد كشف جديد اخر ./

نهاية كيمياء القرون الوسطى

كان ضرورياً لكي ينظر الانسان الى الكيمياء بعين المنطق ان تزال من الأذهان المعتقدات السحرية القديمة والمتوارثة من القرون الوسطى وما قبلها والتي كانت تسيطر على عقول الكيماويين ، ومن هذه المعتقدات الفكرة الخبيثة والتي كان من الصعب ازالتها وهي نواحي التنجيم والسحر لكيمياء العصور الوسطى وشغلها الشاغل بمشكلة صناعة الذهب / كانت أولى المحاولات في القرن السابع عشر لجعل الكيمياء علماً منطقياً عقلانياً فاشلة ولكن بمجهودات بويل وهوك ومايو اقتربت هذه المحاولات كثيراً من أبواب النجاح / لم يكن ممكناً تطبيق فلسفة

النظرية الجزيئية بمعادلاتها الصعبة على الكيمياء إلا بعد توضيح معالمها الكيفية .

البحث عن اسس الكيمياء

كانت خطوات تطور علم الكيمياء في القرن الثامن عشر مختلفة كل الاختلاف، فبدلاً من محاولة تطبيق اسس منطقية تعتمد على نماذج رياضية لا يمكنها ملاحقة الحقائق الكيميائية التي لا حصر لها كان التقدم في علم الكيمياء نتيجة تطبيق الفكر والمنطق على الأراء الروحانية والسحرية القديمة . ولو ان هذه المعتقدات كانت غامضة إلا انها كانت مرنة بحيث مكنت الكيميائيين من استيعاب وجمع كل تجاربهم العديدة في عدد قليل من النتائج العامة . وعندما تم ذلك أمكن تطبيق العمليات الفيزيائية من قياسات واحصاءات . كان التقدم الكبير في علم الكيمياء خلال القرن الثامن عشر هو تركيز العمليات الكيميائية في طريق واحد وهو الاشتعال أو الاحتراق أي عمليات « روح النار » . كانت المشكلة المطروحة هي : ماذا يحدث للمواد المشتعلة عندما تحترق في الهواء ؟ كانت الاجابة الفورية هي اختفاؤها في اللهب والدخان وتركها الرماد . كانت هذه الصورة واضحة في حالة الخشب والزيت ولم تكن سهلة التطبيق على المعادن التي كانت تصدأ في الهواء . هل كل هذه العمليات متشابهة ؟ كان هذا هو السؤال فاذا كان الجواب بالايجاب فما هو دور الهواء ؟ .

أجيب عن بعض هذه الأسئلة في القرن السابع عشر ففى عام ١٦٣٠ اثبت جون راي ومايو عام ١٦٧٤ ، ٤- ١٢٧، ١٠٥ الحقيقة التي تقول بأن المعادن يزداد وزنها عند احتراقها في الهواء وان الهواء يحتوي على شيء من طبيعة روح النتر والمسؤول عن استمرار ودوام الحريق والحياة ولكن لم يستطع هذا الكشف التأثير على تيار الأفكار الكيماوئة الجارية .

مبدأ الفلوجستون أو اللاهوب Phlogiston

كان هذا التيار يسير بسرعة في الاتجاه المضاد نحو فكرة ان كل شيء قابل للاشتعال يحتوي على مادة يفقدها عند الاحتراق . كان هذا بالتأكيد هو كبريت العرب والباراسلسان Paracelsans والذي سماه بيشر Becher (١٦٣٥ - ١٦٨٢) وتلميذه ستال Stahl (١٦٦٠- ١٧٣٤) بالفلوجستون وهو أساس النار وقد اخذ بهذا الرأي في أواسط القرن الثامن عشر . فالأجسام التي تحتوي على كثير من الفلوجستون تشتعل جيداً أما الأجسام الغير قابلة للاشتعال فلا تحوي

فلوجستون ، والجسم الغني بالفلوجستون كالفحم يمكن ان يعطيه لجسم آخر فقده كالحديد الخام وبذلك يمكن ان يتحول الى حديد متوهج / وفي البداية كانت هناك اعتراضات كثيرة على هذه النظرية فقد تبين ان الفلوجستون ليس بمادة فلم يكن له وزناً وكما رأينا لم يكن هناك غرابة في فكرة ان الكهرباء والمغناطيسية والحرارة سوائل لا وزن ولا حجم لها فالفلوجستون من هذه الأنواع من السوائل / حتى عندما تحقق ان بعض الأجسام تزداد وزنها عند فقدها للفلوجستون فقد علل ذلك بزيادة ثانوية من الهواء أو ان للفلوجستون طبيعة مرحة ./

ومن المناسب ان ننظر الى الفلوجستون من ناحية ما جاء بعده من آراء وهو نظرية الاحتراق أو الأكسدة التي هدمت نظريته وفي الحقيقة كانت نظرية الفلوجستون نظرية هامة ومفيدة لأنها أتاحت لظهور الكثير من الظواهر في علم الكيمياء كما أتاحت الفرص لكثير من علماء الكيمياء في منتصف القرن الثامن عشر للبحث وراء الحقيقة ومنهم جوزيف بريستلي الذي وضعت ابحاثه خاتمة ونهاية هذه النظرية ./

المنطق في الفلوجستون

اعتمدت الأسس التي قبلت فكرة الفلوجستون على العمليات المتعارضة للمواد التي تحوي الفلوجستون والتي لا تحويه ، فقد وحدت النظرية بين العمليات المتشابهة وقربت بين المتباينة وكما رآها المعارضون فإن عدم قابلية الاشتعال ليس سببه نزع الفلوجستون بل بسبب اضافة مادة الأوكسجين أي الأكسدة بينما الاشتعال سببه نزع الفلوجستون أي الاختزال / كان لا بد لتقدم علم الكيمياء ان يكون الميزان هو الحكم / ونحن الآن في القرن العشرين يمكننا رفض هذه الفكرة مرة اخرى ونعود الى الفلوجستون كمادة، انها في منتهى الخفة ، وبالأسلوب الحديث يمكن أن يطلق عليه الالكترونات(*)(٢٢) فالمواد التي تحوي مزيداً من الالكترونات يمكن انتزاعها مثل الهيدروجين والمعادن أو الفحم هي التي كان يعتقد انها غنية بالفلوجستون اما تلك التي تحوي عدداً محدوداً ومتوازنا من الالكترونات مثل الأملاح والأكاسيد فهي خالية من الفلوجستونات بينما تلك التي تمتص بشراهة الالكترونات مثل الأوكسجين فتظهر انها خالية تماماً من الفلوجستونات ./ كان سبب رفض نظرية الفلوجستون ليس عدم قبولها منطقياً ولكن لتضاربها مع الحقائق المادية فكانت في حاجة الى ان تقلب رأساً على عقب / أصبح وجود الفلوجستون

معناه عدم الأكسدة وغياب الفلوجستون معناه الأكسدة . كان المحرك لهذا التغيير ليس الكيمياء التقليدية الموروثة ولكن طريق آخر هو دراسة الغازات .

ثورة الهواء المضغوط : فان هلمونت Van Helmont

وفي منتصف القرن الثامن عشر لم تكن عملية التقطير شيئاً مستحدثاً ، واتجهت الاهتمامات صوب تلك المواد الناتجة من هذه العملية ذات التأثير الكيماوي ، والتي لا يمكن استعادتها في المكثف وهي التي سماها فان هلمونت « بالأرواح الشريرة » هذه الأرواح أو الأشباح أو الغازات كانت معروفة جيداً لعمال المناجم . بدأت هذه الغازات الغدارة تجذب انظار واهتمامات العلماء وهي غاز مناجم الفحم والهواء السريع الاشتعال الذي يوجد في المناجم والمستنقعات والذي كان يجمع في بالونات ثم يشعل وكذلك هواء القباب المميت والهواء الرطب الذي يعقب الانفجارات في المناجم وكذلك الهواء الذي يوجد في أواني صنع البيرة والذي يسبب اختناق العمال اذا حدث وسقط عليهم .

هيلز Hales وتداول الغازات

كان عن طريق دراسة الغازات ان عرف السر في حقيقة التفاعلات الكيميائية ففي متنوعات ستيفن هيلز Stephen Hales (١٦٧٧- ١٧٦١) بين كيف تجمع الغازات فوق الماء وتقاس حجومها ، واخيراً استطاع بريستلي وكافندس جمعها بدقة اكثر فوق الزئبق وكانت الخطوة التالية معرفة ان هذه الغازات المتجمعة ليست فقط هواء وان هناك صفات كثيرة كيفية تفرق بينها ، كان من الضروري الآن ان تطبق على جميع هذه الغازات نفس المعاملة الكمية التي طبقها بويل على تحول الأجسام من حالة الى اخرى .

استخدام الميزان ـ حفظ المادة

كان التقدم الأساسي في علم الكيمياء هو انتشار فكرة وزن المواد الكيميائية التي تدخل في تفاعل ما ووزن المواد الناتجة من هذا التفاعل ، وليس كما كان متبعاً من قبل تقدير نقاوة المعادن والاكتفاء بمعرفة وزن الخام الأصلي فقط . ولما كان من الصعب وزن أو قياس الغازات الداخلة أو الناتجة من التفاعل الكيماوي كان من الطبيعي ان تكون كتب الكيمياء غير متوازنة ولا دقيقة وقد أبان ذلك لومونوسوف Lononosov عام ١٧٤٨ بوضوح كأساس لاثبات قاعدة حفظ المادة ، ولكن لم

يلتفت الى رأيه احد في ذلك الوقت وترك ذلك للافوازييه عام ١٧٨٥ ليؤكد ذلك كقاعدة اساسية وكان ذلك من خلال دراسته عمليات التخمر .

جوزيف بلاك : الهواء الثابت

قام جوزيف بلاك Joseph Black بأول خطوة نحو كيمياء الهواء المضغوط من الناحية العملية الكمية ، وهو طبيب اسكتلندي ظهر اهتمامه في هذا المجال نتيجة سماعه محاضرات الدكتور كولان Cullan في جلاسجو . نال بلاك درجة الماجستير عام ١٧٥٤ . وكان عنوان رسالته « تجارب على الماغنيزيا والجير الحي ومواد قلوية اخرى » وكان الغرض من البحث إيجاد علاج جديد خفيف للحصوة . وكان هو المرض المنتشر بين مدمني الخمر في القرن الثامن عشر . منح مجلس العموم البريطاني جوانا ستيفن Joanna stephins مكافأة قدرها ٥٠٠٠ جنيه استرليني لكشفه سر هذا المرض وطريقة علاجه باستخدام اصداف القواقع البحرية مخلوطة بعسل النحل .

استطاع بلاك ان يميز ويزن الغاز الناتج من تسخين الكربونات ككربونات الكلسيوم أو المغنيزيا وسماه الهواء الثابت لأنه استطاع ان يمتصه بواسطة ماء الجير ويستعيد الكربونات الأصلية بنفس الوزن الذي بدأه ، وبهذه الطريقة بيّن ان الغاز يمكن ان يكون من مكونات الجسم الصلب أي انه مادة بمعنى الكلمة وليس هناك سر غامض حوله .

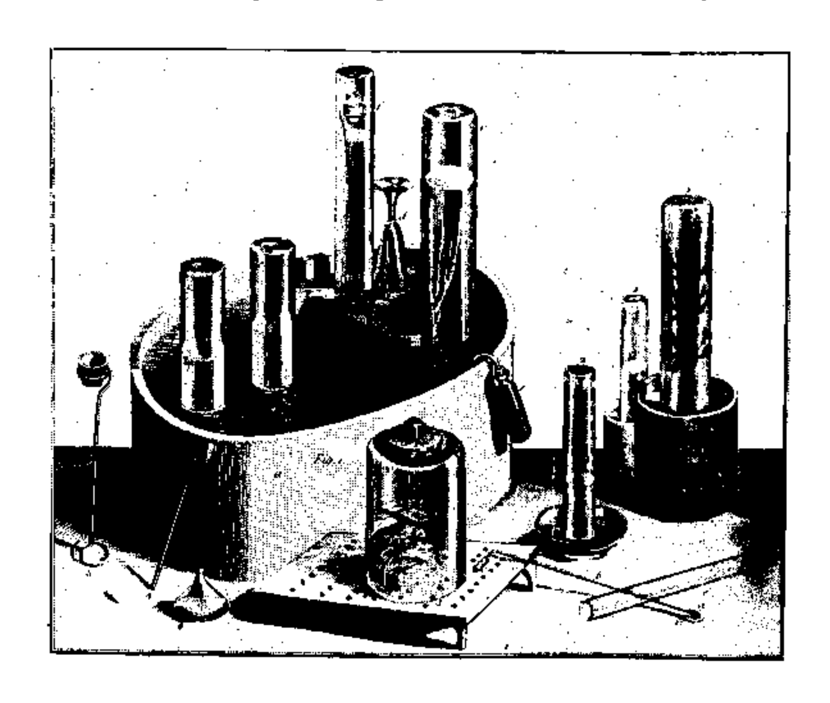
جوزيف بريستلي واكتشاف الأوكسيجين

جاءت الخطوة التالية نحو تطور علم الكيمياء على يدي بريستلي Joseph Priestly وكانت هذه الخطوة هي كتابة تاريخ الكهرباء باقتراح من فرانكلين . اجرى بريستلي عدة تجارب على تفريغ الكهرباء من الهواء وهي التي قادته بعيداً عن المجال الفيزيائي ووجهته نحو طريق الكيمياء . كان الطابع المميز لهذا العصر هو تقدم الكيمياء على ايدي غير كيماوية . كان الكيماويون يعلمون الكثير وكان لديهم النظريات التي تعلل كل شيء وكان على الفيزيائيين الذين لا يعرفون شيئاً ان يقدموا شروحاً اما منطقية أو حمقاء.

أمسك بريستلي بالفكرة القائلة بأن هناك نوعاً واحداً من الهواء واجرى تجاربه على الكثير من الغازات وامكنة ايجاد غازات اخرى وكان أول نجاح له هو

صنع ماء الصودا الذي يحتوي على كمية محدودة من الهواء في المحلول ، ومن اجله هذا نال اعجاب رجال الجمعية الملكية ، ومنح ميدالية كوبلي Copley، ولو ان ذلك اضاع الأمل في الشفاء من الأسقربوط (بسبب نقص فيتامين c) الذي ينتج من الرحلات الطويلة في المحيطات إلا ان هذا الماء احتفظ بتفوقه كأول انتاج تجاري لكيمياء الهواء المضغوط .

اختار بريستلي للغاز الذي ينطلق بتسخين اوكسيد الزئبق أسم الهواء المحرر من الفلوجستون حيث ان له جاذبية كبيرة له اكثر بكثير من الهواء العادي اي ان الأشياء يزداد اشتعالها فيه اكثر من احتراقها في الهواء العادي . هذا الغاز هو الذي



شكل (١٩٠)

جهاز ضغط الهواء لجوزيف بريستلي الذي ساعده على جمع الغازات المختلفة بسهولة واكتشاف غاز الأوكسيجين

من كتابه « تجارب وملاحظات على انواع مختلفة من الهواء » لندن ١٧٧٤ ـ ١٧٧٧

تسميه اليوم بالأوكسيجين ،/ وكان اكتشافه عام ١٧٧٤ نهاية المرحلة التي يمكن ان تسمى بثورة الهواء المضغوط في الكيمياء ./ وفي السويد حضـر شيل Scheele الأوكسيجين في نفس الوقت وكان كيماوياً أفضل بكثير من بريستلي ،/ ولكن كانت اهتماماته متجهة الى التحاليل اكثر من المشكلات النظرية في الكيمياء ،/ ولكن اكتشافه للأوكسيجين لم يضف كثيراً لحل المشاكل الأساسية ./ اوضح بريستلي انه اثناء الاحتراق او التنفس يستهلك الهواء الذي لا يحوي الفلوجستـون./ واوضح ايضاً ان النباتات الخضراء في ضوء الشمس تخرج الأوكسيجين من الهواء الثابت أو ثاني اوكسيد الكربون الذي تمتصه وبهذا حل مشكلة دورة الكربون من الهواء الجوي الى النباتات والحيوانات ومن تلك الى الهواء الجوي مرة اخرى ، وبالرغم من ذلك لم يستطع ان يدرك أهمية هذا الكشف وترك ذلك للافوازييه بعقله المرتب وقوة ادراكه ليملأ ذلك الفراغ ./

رفض نظرية الفلوجستون

وكبريستلي جاء لافوازييه الى الكيمياء من خلال الفيزياء ولكنه اختلف عنه في عدم انشغاله بتجارب كيفية عديدة ولكنه حصر اهتماماته في كشف كنه عملية الاحتراق في الهواء وهي في نظره عملية حاسمة لعلم الكيمياء ./ كانت اعماله كلها دقيقة مرتبة وكمية على طول الخط ./ وفي عام ١٧٧٣ وهو مدرك اهمية كيمياء الهواء المضغوط وخاصة ثبوت الهواء كمادة استخدم ذلك لاحداث ثورة حقيقية في كل من الكيمياء والفيزياء ،/ واخيراً عندما سمع بالكشف الذي توصل اليه بريستلي وهو الأوكسيجين استطاع لأول وهلة ان يدرك اهميته وانه وحده المسؤ ول عن الاحتراق كما انه اكد ان الاحتراق معناه الاتحاد الكيماوي بين الأوكسيجين والمادة المشتعلة ، وسماه بصانع الأحماض وهو أول من انكر وجود هذا الذي يسميه العلماء فلوجستون ولم يتردد لحظة في مهاجمة هذه النظرية ./

العناصر الكيميائية

اوضح لافوازييه أن جميع فوضى المعلومات الكيميائية القديمة يمكن حصرها في قانون تفاعل العناصر القديمة والحديثة ./ اضاف لافوازييه الى كشف العناصر المعروفة في نظر بويل وليس أرسطو الكربون والكبريت والفوسفور وجميع المعادن والأوكسيجين الجديد ، وبيّن ان الماء ليس عنصراً وإنما هو مركب كيماوي من الأوكسيجين والهيدروجين وكذلك الهواء وقد أضاف اليهما النتروجين أو الأزوت ./

وبناء على ذلك قسم المركبات الكيميائية الى ثلاث مجموعات / المجموعة الأولى تلك التي تحتوي على الأوكسيجين مع اللامعادن وهي الأحماض / والمجموعة الثانية هي التي تحتوي على الأوكسيجين مع المعادن وهي القواعد / والمجموعة الثالثة وهي التي تجمع الأحماض مع القواعد وهي الأملاح /.

ولافوازييه هو العالم المسؤول عن جعل علم الكيمياء علماً دقيقاً وذلك باجرائه تفاعلات كيميائية على درجة كبيرة من الدقة والوضوح ، فقد تخلص من كل الأسماء القديمة للمواد الكيميائية التي كانت تعتمد على طرق التحضير الوهمية كزيت الطرطر وسكر الرصاص وغير ذلك من الأسماء واستبدلها بالأسماء التي نستخدمها اليوم ككربونات البوتاسيوم وخلات الرصاص ، وتشير هذه الخطوة الى استخدام الأسماء العلمية الصحيحة في علم الكيمياء كما استخدمت في الفيزياء في القرن السابع عشر وكما استخدمها العالم السويدي لينيس Linnaeus في تصنيف النباتات . /

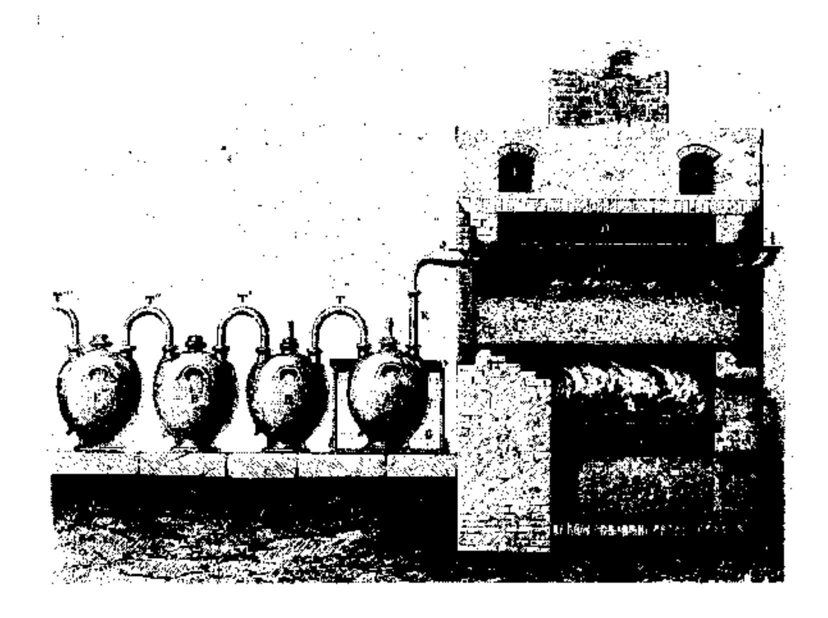
/ خطا لافوازييه خطوة اخرى الى الأمام في هذا المجال مستخدماً النتائج العديدة التي بدأت تتراكم حول موضوع أوزان المواد التي تتفاعل مع بعضها وطبق ذلك على الغازات المكتشفة حديثاً وبفضل قانونه « حفظ المادة » حصر الكيمياء في عدد قليل من العناصر ويضربة واحدة حول الكيمياء من مجموعة متفرقة من الوصفات الى نظرية عامة امكن بواسطتها تفسير ليس فقط الظواهر القديمة بل امكن منها التنبؤ بنتائج جديدة بطريقة كمية / كان لافوازييه مشرعاً في علم الكيمياء اكثر منه مصنفاً فقد امسك بالعناصر الأساسية وترك لبرثوليت Berthollet (١٧٤٨ - ١٨٢١) ورشتر Rechter (١٧٦٢ - ١٨٠٧) دراسة موضوع طبيعة التفاعلات الكيميائية والنسب التي تتفاعل بها المواد الكيميائية المختلفة .

/ تفوق علم الكيمياء

أثار نجاح لافوازييه في إحداث ثورة في الكيمياء حماس الكثيرين / كانت الثورة في الهواء واصبحت الكيمياء مرتبطة بالفيزياء وجذبت اليها بعض العقول النيرة واتاحت لفرنسا الفرصة لكي تسود على الدول الأخرى لمدة نصف قرن أو يزيد ./

/ انعكس الاهتمام في الكيمياء على الصناعة وبالعكس امدت الصناعة

الكيمياء بمواد جديدة . ادت دراسات شيل Scheele على المعادن الملونة والمنجنيز الى اكتشاف الكورين عام ١٧٧٤ ، واكتشف برثوليت Berthollet فائدته في التبييض عام ١٧٨٤ واستخدمه بكميات كبيرة مكجريجور Mc Gregor في صناعة الكتان في جلاسجو / كانت صناعة حامض الكبريتيك هي الصناعة الثانية التي تطورت على يدي روبيك Roebuck والذي حل محل اللبن المنزوع القشدة الرائب في عملية التبييض ، والصودا المصنعة من الملح بدلاً من رماد الطحالب البحرية الجيري والبارلا (كربونات صودا مجهزة من احتراق نباتات بحرية خاصة) الغالية الثمن تبعاً لطريقة كير Keir (١٧٣٥ ـ ١٨٢٠) عام ١٧٦٩ ولبلانك



شكل (١٩١)

الطريقة التي ابتكرها نقولا ليبلانك Nicolas Leblanc (١٧٤٢ ـ ١٨٠٦) لصنع الصودا وهي تحليل ملح الطعام بواسطة حامض الكبريتيك ، وهي طريقة اقل تكلفة من الطريقة القديمة / يرى في الصورة فرن فوق اللهب وبه الملح ويسكب الحامض من القمع على اليمين ، ويجمع غاز كلوريد الهيدروجين في الزجاجات المحتوية ماء على اليسار ويتبقى في الفرن كبريتات الصودا . من عجائب الصناعة تأليف لويس فيجوير Louis Figuier باريس ١٨٧٥ .

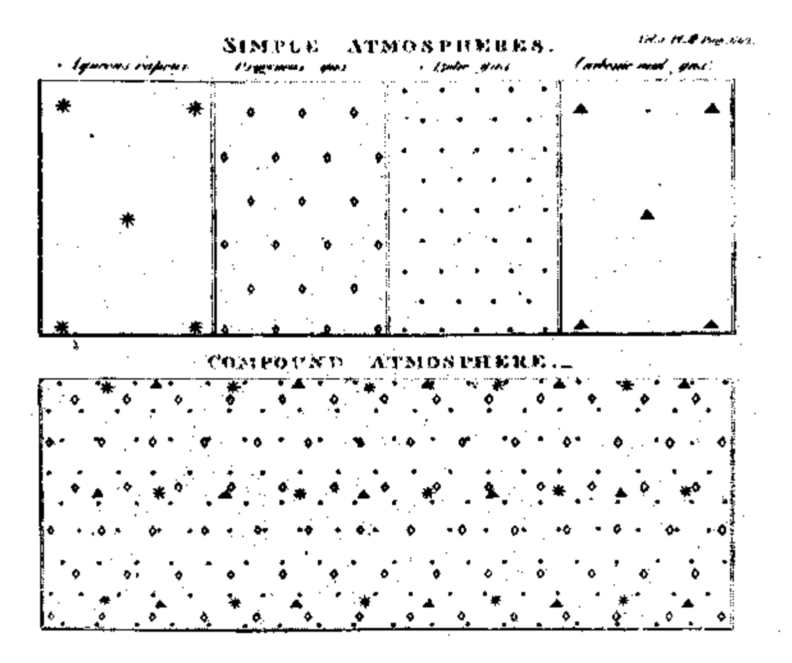
Leblanc (١٧٤٢ ـ ١٨٠٦) عام١٧٩٠ ، ولو ان لابلانك مات فقيراً إلا ان نابليون امر بتحسين واتقان طريقته مما جعل فرنسا تستغني عن استيراد الصودا من الدول التي كانت تحت سيطرة انكلترا ،/ كانت هذه الصناعات من التوابع الاساسية في الانتاج المتزايد للمنسوجات وهي احدى دعائم الثورة الصناعية / وفي الوقت نفسه كان الانتاج يزيد كثيراً عن مصادر الانتاج الغذائي / وبالرغم من ان هذه الطرق الصناعية نشأت من طرق تقليدية أو من نظرية الفلوجستون إلا ان نجاحها والتنبؤ بمستقبل ما سيأتي بعد ذلك اثار الاهتمام بدراسة الكيمياء ومهد الطريق الى اقرار هذا العلم الجديد كمذهب منطقي عقلاني ./

كيمياء الغذاء والتنفس

كانت انجازات لافوازييه العلمية الأخرى هي تحويل عملية الحياة التي وصفها بريستلي من صورتها الكيفية الى حقيقتها الكمية ، وبذلك استحق ان يطلق عليه « ابو علم وظائف الأعضاء الكمي » وبواسطة مجموعة من التجارب الدقيقة امكنه ان يدرك ان الجسم الحي يتفاعل تفاعل النار تماماً / فهو يحرق المواد الغذائية وبذلك تنطلق الطاقة كحرارة ، ولأول مرة عرفت حقيقة التوازن الكيماوي للأجسام والمعنى الحقيقي لعملية التنفس والدورة الدموية التي اكتشفها هارفي قبل ذلك بمائتي عام ./

شكل (١٩٢)

الهواء الجوي البسيط والمركب . كتب دالتون عام ١٨٠٢ بحثاً عن « تمدد السوائل المرنة » وفيه بيّن ان ضغط الغاز المكون من مخلوط من الغازات مساوٍ لضغط جميع الغازات مجتمعة وهو المعروف الآن بقانون دالتون للضغوط الجزئية / هذه البحوث وغيرها عن الهواء الجوي مهدت الطريق الى النظرية الذرية التي اعلنها عام ١٨٠٣ ./



دالتون : النظرية الذرية

كانت الخطوة التالية الحاسمة في تفهم علم الكيمياء تلك التي اتخذها جون دالتون John Dalton (١٧٦٦ ـ ١٨٤٤). كان دالتون من طائفة الكويكر المسيحية نسّاجاً ثم عمل مدرساً خاصاً في مانشستر. لم يكن كبريستلي ولا كلافوازييه كيميائياً بل كان فيزيائياً وفلكياً. اهتم بدراسة الغازات كسوائل مرنة وحاول شرح طبيعتها على اساس نظرية نيوتون وهي التنافر المتبادل للذرات وأدى ذلك الى معرفة الأوزان النوعية لمختلف الذرات في الغازات المختلفة ، وكذلك شرح قوانين الاتحاد بين العناصر في أوازن ثابتة ومتتالية والتي جاءت عن طريق دراسة وتحليل الغازات الجديدة مثل اكسيد الأزدتوز واوكسيد الأزوتيك وثاني أوكسيد الأزوت والتي نكتبها أ، أ، أ، وذلك تبع تبعاً للغرض الذي يقول بأن جميع المركبات الكيميائية تتكوّن من تجمع ذرات وأن الذرات المختلفة ترتب نفسها في ازواج أو ثلاثات أو أربعات.

علم البلورات : هاي Hauy

وعلى اساس الذرة امكن شرح ما يحدث في عملية التبلور. وفي القرن السابع

عشر أوضح ستينو Steno ثبوت الزوايا بين اضلاع البلورة وقد دلل هيوجنس Huygens على ان ذلك معناه ان البلورة تتركب من جزيئات متشابهة ومجتمعة مع بعضها مثل النسيج أو كما سماها نيوتون « في صف وملف » وترك ذلك الى الراهب الفرنسي المتقاعد هاي عام ١٨٠٠ ليجمع ويدرس كل الملاحظات ويبين الطرق التي يمكن بها أن تتحد هذه الجزيئات في البلورات المختلفة ، وبعد ذلك وجد ميتشيرلكMitscherlick (١٧٩٤ ـ ١٨٦٣) ان المركبات المتشابهة لها بلورات متشابهة وبذلك اصبح علم البلورات الجديد اداة جديدة نافعة لعلم الكيمياء .

التحليل الكهربائي ـ همفري Humphry وفرداي Faraday

كان التابع الأخر لعلم الكيمياء هو الكهرباء ، وجد ان التيار الكهربائي يحلل ليس فقط الماء ولكن الأملاح ايضاً ، في عام ١٨٠٧ استطاع دافي Davy ان يحضر المعادن الجديدة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم من القلويات التي لم يكن تحليلها ممكناً وبذلك أتم نظام لافوازييه في تقسيم العناصر الى معادن وغير معادن ووجد ، ذرات المعادن موجبة الشحنة أما اللامعادن فسالبة الشحنة / وجد فرداي ان سرعة مرور الذرات في المحاليل تتوقف على اوزانها ومهد ذلك الى فكرة وحدة الذرة الكهربائية التي نعرفها اليوم بالالكترون ، جاءت هذه الخطوة الأخيرة بعد سبعين سنة اخرى حيث كان التحيز شديداً ضد تطبيق الذرية على المحاليل .

الكيمياء غير العضوية وكيمياء المعادن ـ برزيليس Berzelius

مهدت النظرية الكهربائية الطريق الى ادراك كيفية تكوين الأملاح بتعادل الشحنات الموجبة والسالبة ، وبذلك استطاع الكيماوي السويدي برزيليس Berzelius (١٧٧٩ ـ ١٨٤٨) ان يعين تركيب معظم المركبات الغير عضوية وكذلك المعادن وكان ذلك في النصف الأول من القرن التاسع عشر .

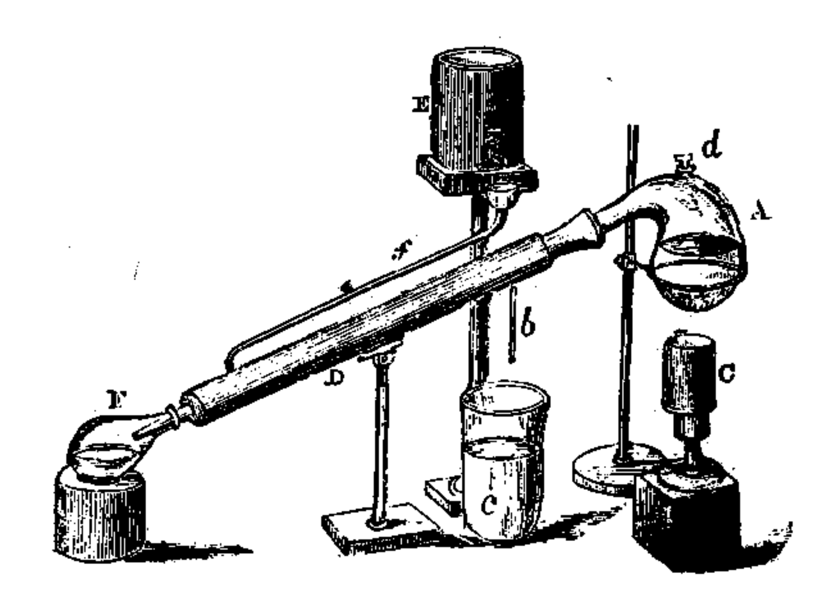
اما الصناعات غير التقليدية وهي الكيميائية والتي بدأت في القرن الثامن عشر فقد نمت بسرعة تحت تأثير كل المعلومات العلمية الجديدة والطلبات المتزايدة من الصناعات الأخرى وخاصة صناعة المنسوجات التي كانت تسود الصناعات الأخرى في ذلك الوقت / ومن ناحية اخرى لم تتح لهذه الصناعة اقامة علاقة وطيدة بين العلماء واصحاب الصناعات ، ولكن اقامت مثل هذه العلاقة بين الكيماويين المتخصصين في التعدين وخاصة في تنقية خامات المعادن وكذلك الصيادلة المهتمين بالانتاج الحيواني والخضروات[٣-٥]

ولأول مرة اصبح للكيمياء قاعدة اقتصادية ثابتة ودائمة اكبر واحسن من صيدلية الصيدلي القديم ، ومن هذه القاعدة اصبح ممكناً تأسيس مملكة الكيمياء العضوية ، وبالرغم من عبقرية ومقدرة الذين اشتغلوا في هذا المجال إلا ان التقدم كان بطيئاً جداً ، وفي الحقيقة كانت عمليات استخلاص وتنقية معظم المواد العضوية البسيطة مثل الزيوت والسكريات والأحماض النباتية سهلة وكذلك تحليلها الى عناصرها المعروفة وهي الكربون والأوكسجين والهيدروجين والأزوت ، ولكن الأرقام الناتجة من هذه التحاليل لا تعني شيئاً وكانت تحتاج الى نوع آخر من التفسيرات .

كان هذا من عمل الكيماويين الجدد في فرنسا امثال جاي لوساك Gay Lussac (١٧٧٨-١٨٥٠) ولورنت Laurent (١٨٠٨ - ١٨٥٣) وجيرهاردت Gerherdt (١٨١٦ - ١٨٥٦) ودوماس Dumas (١٨٠٠ - ١٨٨٤) وجاء بعدهم الكيماويون الألمان امثال فون ليبج Von Liebig وموهلر Mohler (١٨٠٠ - ١٨٨٢) كان لليبج اكثر من غيره الفضل في بقاء مركز الصدارة في الكيمياء في المانيا بعد ان كانت تحتله فرنسا لمدة سبعين عاماً كان معمله في جيسن Giessen نموذجاً للمعمل الكيماوي الحديث لتدريس الكيمياء واجراء البحوث ، ومن دراسته على المواد البسيطة كالدهون والأحماض الدهنية والكحولات نبتت فكرة تركيبها وكان من نتيجة ما حدث في حفل راقص حيث فقد الشمع المستعمل لونه نتيجة وجود الكلورين وانبثاق رائحة نتنة مخيفة ان كُلف دوماس لمعرفة السبب في ذلك وبعد البحث وجد انه يمكن احلال الهيدروجين بدلاً ن الكلورين ومن هنا استنتج نظرية الاحلال ، ثم « انواع من تجمع الجزيئات » مثل الكحولات التي تحوي جزءاً مشتركاً ثم الشق وهو الجزء الذي يمكن نزعه مثل المثيل والبنزويل الذي يمكن ان يلعب دور الذرات .

يمكن ان يكون هذا التركيب ، عنصراً اضافياً ولو ان فون ليبج عام ١٨٢٣ وجد حالة ايسومبرية - مادتان متشابهتان في التركيب ولكنهما مختلفتان في الخواص الطبيعية والكيميائية - وهذا يشير بوضوح الى اختلاف التنظيم داخل الجزيئي ، ولكن هذه الآراء قوبلت بمقاومة شديدة لأسباب ميتافيزيقية وفلسفية لم تكن الذرة كأحد الفروض العلمية مقبولة من عدد كبير من العلماء كان بعضهم يرى

ان ذلك تعدي على ما اثبتته التجارب / اما البعض الآخر فاعتبر ذلك صفعة للايمان بالله / وكانت هناك معارضة شديدة ، للأعتقاد بأن المواد التي تتكوّن داخل الأجسام الحية لا يمكن عملها في المعمل /



شكل (١٩٣)

/ طريقة تكثيف الأبخرة الناتجة من عملية التقطير وهي من تصميم فون ليبج Von Liebig (١٨٠٣ - ١٨٧٣) وكانت طريقة عملية محكمة استخدمت في المعامل والمصانع . في كتاب « دروس في اوليات الكيمياء تأليف هنري روسكو لندن ١٨٧١ .

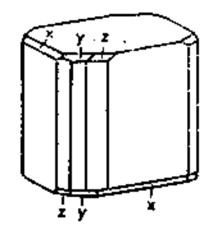
/ قانون افوجادرو Avogadro

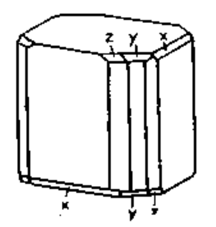
كان يمكن ان تبقى الكيمياء العضوية مجرد مجموعة مصنعة لمواد معروف قانونها الكيماوي وعدد من التجارب لتحويل مادة الى اخرى لولا ان حدثين انجزا في مجال العلوم الفيزيائية / أولها هو قانون افوجادرو (١٧٧٦ـ ١٨٥٦) الذي وضعه عام ١٨١١ واعاد صياغته كانيزارو Canizzaro (١٨٢٦ - ١٩١٠) عام١٨٦٠ ،

وينص هذا القانون على ان الأحجام المتساوية لجميع الغازات تحت ضغط وحرارة ثابتتين تحوي عدداً متساوياً من الجزيئات وبذلك امكن معرفة العدد الصحيح لكل نوع من الذرات في الجزء.

الجزيئات غير المتماثلة - باستير Pasteur

اما الحدث الثاني هو فصل حامض الراسيميك الى مكوناته وهما حامض الترتريك ومركب آخر له نفس التركيب الكيماوي ولكنه يختلف عنه في الصفات الطبيعية / اثبت هذا الكشف اهميته الكبرى للعلم في القرن التاسع عشر وقد تم اثبات ذلك في عام ١٨٤٨ نتيجة البحوث التي اجراها باستير وكان عمره في ذلك الوقت ٢٥ عاماً ـ٣ فقد بين ان الجزيئات في المادة التي تصنع في المعمل لا تستطيع ان تحدث انحرافاً في الضوء المستقطب بينما المادة الطبيعية تحدث هذا الانحراف ، وسبب ذلك ان المادة الأولى تتركب من نوعين من الجزيئات لكل منهما تشكيل مضاد مثل اليد اليمنى واليد اليسرى وهما موجودان بنسب متساوية بينما المادة الثانية تركب من نوع واحد من الجزيئات .





شكل (١٩٤)

بلورات غير متجانسة اكتشفها باستير . في عام ١٨٤٨ اثبت باستير ان حامض الراسيميك يمكن فصله الى مكونين متشابهين في التركيب الكيماوي (حامض الترتريك) ولكنهما يختلفان في الصفات الطبيعية يظهر هذا الأختلاف في طريقة تأثيرهما على الضوء المستقطب ، أما سبب هذا التباين فهو إختلاف طبيعة جزيئات حامض الترتريك . ادى هذا العمل الى الأكتشاف العظيم في القرن التاسع عشر .

من كتاب العلم والصناعة في القرن التاسع عشر تأليف دكتور برنال لندن عام ١٩٥٣ .

ومن هذه الملاحظة الهامة استنتج استنتاجين مختلفين أولهما أن للجزيئات اشكالاً مجسمة ذات ثلاثة أبعاد وبعبارة اخرى يمكن تصورها كنماذج صلبة ، أما الأستنتاج الثاني هو أن الطبيعة مستمرة في عمل جزيئات تختلف عن التي يصنعها الكيماوي في معمله ، كما أن الأجسام الحية تحوي مواد كيماوية يمينية الاتجاه وليست يسارية . اتبع باستير الاستنتاج الثاني واصبح من مؤسسي علم الكيمياء الحيوية وبعد ذلك علم البكتريولوجي .

كيكولي Kekulé وحلقة البنزين : التكافؤ

كان علم البكتريولوجي هو الذي وضع اساس الكيمياء العضوية ولو ان ذلك سار ببطء شديد . ان فكرة تركيب الجزء من ذرات مرتبة ترتيباً خاصاً في فضاء قد طرأت على فكر الكيميائي الألماني النابغ كيكولي Kekulé (١٨٢٩ ـ ١٨٩٦) عام ١٨٦٥ وهو جالس في مقعده في اوتوبيس لندن وهو الذي تصور جزيء البنزين يتركب من حلقة من ست ذرات كربون لـ٦ س٦ .

ومنذ ذلك الوقت لم يكن كافياً ان نعطي عدد الذرات المتحدة في جزئي مادة من المواد لنصف تلك المادة ولكن اصبح ضرورياً أن تبين كيفية اتحادها ـ تخيل هندسي ـ . القانون التركيبي وبذلك اثبت الفكرة التي بدأت تبزغ وتنمو فكرة ان الذرات المختلفة تتميز بعدد الحلقات التي يمكن ان تصلها بالذرات الأخرى فمثلاً للهيدروجين حلقة واحدة وللأوكسجين حلقتان والأزوت ثلاث والكربون اربع حلقات او تكافؤات.

فانت هوف Van't Hoff ولي بل Le Bel كيمياء الفضاء

مضت فترة اثنتي عشرة سنة بعدها ايقن كل من فانت هوف (١٨٥٢ ـ ١٩١١) ولي بل (١٨٤٧ ـ ١٩٣٠) ان الأربع مكافئات للكربون لا يمكن ان يقعوا في مستوى واحد ولكنهم متماسكون في الفضاء وبذلك اصبح من السهل شرح التشكيلين الأيمن والأيسر اللذين اكتشفهما باستير قبل ذلك بخمسة عشر عاماً، ومنذ ذلك الوقت اصبحت الكيمياء العضوية ذات الثلاثة ابعاد فرعاً من الهندسة التطبيقية واصبح من الممكن تحليل وتصنيع المركبات المعقدة .

اسست الكيمياء العضوية نفسها بطريقة عملية / فبطريق الصدفة اكتشف بركن Perkin (١٨٣٨ ـ ١٩٠٧) اثناء بحثه ومحاولته تصنيع شيء بديل للكينين عام ١٨٥٦ أول صبغة انيلين مصنعة وهي الماجنتا ووجد في نفس الوقت مخرجاً لتصنيع مستخرجات قار الفحم من صناعة الغاز / كانت الكيمياء في انكلترا في ذلك الوقت لا زالت في ايدي قلة من الهواة وبعض الأكاديميين في الجامعات بينها كانت صناعة الكيماويات تتباهى بأنها صناعة عملية / بالرغم من اكتشافات بركن فقد اهملت في انكلترا ولكنها التقطت مباشرة بواسطة الكيماويين الألمان الأذكياء الذين كانوا يعملون في الصناعة الألمانية الجديدة / وما لبثت الأصباغ المصنعة ان درت عليهم بالأرباح الوفيرة والتي استغلت لقيام الصناعة الألمانية للكيماويات التي سادت العالم / هذه الصناعة ـ ولو انها في البداية كانت تابعة لصناعة المنسوجات إلا



شكل (١٩٥)

صورة فوتوغرافية لأعضاء قسم الكيمياء في المؤسسة البريطانية اكسفورد عام ١٨٩٤ ومن الحاضرين (الواقفون) بركن (الثاني من اليسار) ولدفج موند (الرابع من اليسار) ووليم رامساي (الخامس من (اليمين) .

كان هذا في الاجتماع الذي اعلن فيه رامساي اكتشافه الغازات الخاملة .

أنها استقلت لقدرتها على انتاج حامض النيتريك الذي كان يستعمل في صناعة المفرقعات التي كانت عصب الحرب العالمية الأولى والثانية . كان الكيماوي وخاصة كيماوي النصف الأخير من القرن التاسع عشر نوعاً خاصاً من العلماء ، فكان مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بالصناعة اكثر من الفيزيائي في العصور القديمة .كان اتجاه ربط العلم بالأغراض الصناعية كما رأينا من العوامل التي خفضت من حدة الجدل العلمي وخاصة المواقف العلمية الأساسية في اواخر القرن التاسع عشر .

ومن الناحية العلمية البحتة يعتبر تعيين التركيب الجزيئي بالطرق الكيميائية العضوية أحد الانجازات العظيمة للعقل البشري . تمت الخطوات الحاسمة في هذا المجال على ايدي رجال قلائل ولكن تبعهم حشد كبير من الكيماويين استخدموا المنطق في التغيرات الكيميائية وبذلك استطاعوا تخيل اعقد الأشكال الهندسية للذرات في الفضاء وكذلك تصنيع مواد مشابهة وبذلك اثبتوا بالتصنيع ما أكدوه عن طريق التحليل . وبهذه الطريقة تمت وتطورت الكيمياء العضوية واصبحت نظاماً منفصلاً عن الفيزياء لها قوانينها الخاصة وطرق العمل في مجالها .

الكيمياء الفيزيائية

لا ينطبق هذا على جميع افرع الكيمياء وخاصة الكيمياء غير العضوية ، حيث بدأ الاهتمام يتجه من مجرد تركيب الأجسام الى طرق التفاعل بينها الى تأثير الحرارة ثم عمليات الذوبان والتبلور والتحليل الكهربائي ، ومن هذه الاهتمامات ظهر فرع جديد من الكيمياء هو الكيمياء الفيزيائية . كان هذا هو أول هجين علمي لعلوم اخرى اتحدت وهي التي جمعت كل العلوم في وحدة مؤثرة علمية . بدأت الكيمياء الفيزيائية في الظهور عندما بدأت المحاولات في استغلال الرواسب الجديدة لأملاح المعادن في الصناعة وخاصة رواسب ستاسفورت والتي لا يمكن فصل مكوناتها إلا بهذه الطرق الفيزيائية . كانت هذه الطرق هي الأسس التي بنيت عليها صناعة الكيماويات الجديدة مثل طريقة صولفاي لصناعة النشادر بدلاً من طريقة ليلانك لتحضير الصودا وكذلك طريقة العامل المساعد التي هي عماد صناعة حامض الكبريتيك والنوشادر . كانت هذه الطرق الحديثة هي اساس احتكار تجارة الكيماويات الكبرى التي ظهرت في انكلترا .

بدء الكيمياء الحيوية

كان للكيمياء العضوية الجديدة نصيب حيوي آخر في تاريخ العلم ، فكانت

هي الطريق لفهم وادراك العمليات البيولوجية . ففي الحقيقة كان من المستحيل فهم العمليات البيولوجية عن طريق الميكرسكوب وحده ، فكان لا بد من معرفة قوانين وطبيعة التفاعلات الكيماوية والمواد المتكونة من هذه التفاعلات كان لا بد ان يسبق التقدم في الكيمياء العضوية أي محاولات لصياغة علم الأحياء الأساسي في القرن التاسع عشر .

تم خلال القرن الثامن عشر معرفة عمليات البناء والهدم في الأجسام الحيوانية والنباتية ودور الكربون والأوكسيجين والهيدروجين واعتبار الجسم الحيواني آلة حرارية ، اما الأزوت فلم يعرف دوره إلا بعد مضي وقت طويل ، كان هذا نتيجة اعمال فون ليبج الذي أوضح ان جذور النباتات تمتص الأزوت من التربة وكذلك الفوسفات والأملاح وتم له ايضاً معرفة دورات الكربون والأزوت ، وكيف ان النبات يمتص الأزوت من التربة ثم يتناول الحيوان النبات ثم يعيده الحيوان الى التربة مرة اخرى بعد مماته ، حتى الأزوت الموجود في الهواء تثبته بعض الكائنات الدقيقة مثل البكتريا العقدية الموجودة في جذور النباتات القرنية وترجعه الى التربة بعد مماتها . كانت هذه العمليات بعيدة كل البعد عن ادراك اهمية ودور هذه العناصر الغير عضوية في الأجسام / ان معرفة طبيعة وخصائص المواد التي تتكوّن منها الأجسام الحية شيء ومحاولة تتبع الخطوات والتغيرات التي تطرأ عليها اثناء عمليات البناء في الأجسام الحية شيء آخر / ولذلك اخذت الكيمياء العضوية وقتاً طويلاً لكي تتحول الى الكيمياء الحيوية ، ومع ذلك مع انتهاء القرن التاسع عشر بدأت الكيمياء تتحول من تصنيع الأصباغ التي كانت تدر الأرباح الوفيرة الى معرفة التركيب الدقيق للمواد العضوية الطبيعية وظهر ذلك بوضوح في اعمال فيشر Emil Fischer (١٨٥٢ ـ ١٩١٩) على السكريات والبروتينات وهي عصب الحياة ، وقد استطاع ان يثبت انها تتكوّن من وحدات أو سلسلة من مركبات أبسط في التركيب وهي الأحماض الأمينية ، وكنتيجة للمنتجات الجانبية الناتجة من صناعة الأصباغ بدأت صناعة جديدة هي صناعة العقاقير لعلاج بعض الأمراض مثل سالفارسان Salvarsan لعلاج الزهري الذي اكتشفه أهرليش Ehrlich (١٨٥٤ ـ ١٩١٥) وباير ٢٠٦ لمرض النوم والتنبؤ بانتصارات العلاج بالكيماويات في القرن التالي .

(٩ ـ ٥) البيولوجيا (علم الحياة)

مع نمو العلوم الفيزيائية خلال القرنين الثامن والتاسع عشر وتفاعلها في

المجالات المختلفة ظهرت اهتمامات جديدة ونظرة علمية جديدة نحو الأجسام الحية ، تمتد جذور هذه الاهتمامات الى العصور القديمة وما التاريخ الطبيعي لأرسطو ووظائف الأعضاء لجالين إلا امثلة لذلك ، وبعد مرور فترة طويلة كانت الاهتمامات فيها منصبة على الطبيعة كما يظهر ذلك في القصص الأدبية وكتب وصف النباتات ، تجددت هذه الاهتمامات بظهور المجلدات المصورة لعناصر الطبيعة في العصور الوسطى وعصر النهضة مزينة بعجائب وثراء الدنيا الجديدة . وخلال القرنين السادس والسابع عشر احدث ظهور الميكرسكوب ثورة في علمي التشريح ووظائف الأعضاء ،

تحولت اهتمامات الرواد الأوائل النشطة في علم الحياة قرب نهاية القرن السابع عشر الى اهتمامات سطحية ترفيهية لعجائب التاريخ الطبيعي من ناحية والى خدمة الطب المتزمت والذي كان يشمل دراسة علمي النبات والحيوان كمصادر للعقاقير من ناحية اخرى ، كانت هذه الفترة التي اتسمت بالملاحظات التي لا ارتباط ولا علاقة بينها خطوة ضرورية في تاريخ علم البيولوجيا وهو علم اغزر واغنى بكثير من الفيزياء والكيمياء ، وليس هذا فقط بل هو علم يشمل العديد من الحقائق التي يجب ان تجمع وتحقق وتصنف قبل استنتاج أي معنى منها وهو مجهود اخذ اكثر من مائتي عام من العمل المضني .

أما أهم الدوافع التي أدت الى الاهتمام بالعلوم البيولوجية ومن ثم التقدم في علم الحياة في القرنين الثامن والتاسع عشر هي أولاً الاستكشافات الجغرافية بحثاً عن موارد طبيعية جديدة ، وثانياً النهوض بعلم الطب والتركيز على علم وظائف الأعضاء والتشريح ، وثالثاً الثورة الزراعية وما طرأ على الزراعة من تحول من زراعة تقليدية الى زراعة تجارية تفي بحاجة الأسواق ، واخيراً حاجة الصناعات المتزايدة وتشمل صناعة المنسوجات والأغذية والمشروبات التي تعتمد على المنتجات الحيوانية والنباتية ، والتي اصبحت لا تستطيع الاعتماد على الطرق التقليدية ، كل هذه الاهتمامات تشابكت وتداخلت مع بعضها ، اما عن الدافعين الأولين فقد استمرا طول الوقت ولو ان الاكتشافات هبطت مع بزوغ نجم الطب ، لم تظهر الزراعة المعتمدة على الاكتشافات العلمية إلا في أواخر القرن الثامن عشر بينما لم تظهر الصناعات البيولوجية إلا في أواسط القرن التاسع عشر .

وبالمقارنة بين الاهتمامات في الفيزياء والكيمياء كان هناك عدد محدود من المشكلات التي ظهرت نتيجة التطور في الصناعة نفسها ، كانت العلوم البيولوجية

تطرق مواضيعاً متشعبة طارئة يصعب اثباتها عملياً ، ولذلك كان من السهل التأثير بالتيارات الفكرية البعيدة عن التفسيرات العلمية وخاصة في الفترة التي اشتعلت فيها المعارك بين رجال الدين والملحدين بأشكالها المختلفة التي اهتز من أجلها القرنان الثامن والتاسع عشر وادت الى قيام الثورة الفرنسية .

حاول رجال الدين استرجاع عقيدة الهيمنة الآلهية التي فقدت بين الأجرام السماوية ، وعلى عكس ذلك حاول المفكرون طرد الأرواح من الكون باثباتهم ميكانيكية الحياة في الجسم البشري ونسف الأساطير الساذجة للخلق المذكورة في العهد القديم والقضاء عليها قضاءاً مبرما ، ثابر كل من الفريقين المؤمنين بآرائهما في جمع الادلة التي تثبت عقيدتها والتي كانا يعتقدان انها هي الطريق الصحيح متجهين نحو الطبيعة كمصدر لأثبات ذلك ، لم تستطع الآراء الدينية التي شكلت دون درس للحقائق ان توقف البحوث العلمية ، ولو انها استطاعت ذلك لفترة قصيرة ، الى ان ظهرت نظرية التطور معلنة آراءها الثورية ، ولقد قوبلت كل فقرة في هذه النظرية بالمعارضة الشديدة وكان العزاء الوحيد هو ربما الوقت الطويل اللازم لاثباتها ومن ثم لحسن ادراكها .

يتقبل الناس في العلوم البيولوجيةاكثر من الفيزياء وأقل من العلوم الاجتماعية حماقات المنافسين للأمور التافهة مع الأشياء العجيبة ، كل شيء في الحياة طبيعي ، ولا يوجد من يسأل لماذا ينمو العشب أو لماذا يزأر الأسد ؟ هذه طبيعة الأشياء فلها أن تكون ذلك وستبقى كذلك ، سواء عن طريق الحفريات أو الطرق التقليدية لعملية الخلق فمما لا شك فيه ان العالم كما نعرفه لم يكن كما هو اليوم بل كان مختلفاً ، فمن السهل ان نؤمن أن العالم بدأ بانفجار عنيف أو بدأ من العدم من أن نحاول تتبع نموه خطوة بعد اخرى من شيء غير معروف ولا عادي ولكنه يختلف كثيراً عما نراه اليوم .

والى عام ١٨٥٩ عندما تقبل المفكرون والجيولوجيون فكرة حدوث الكوارث - ويعتبر طوفان نوح بالنسبة اليها شيئاً ضئلاً ، تقبلوها دون صعوبة في الفهم والأدراك ، وعلى أي حال وبسبب تعقيدات العلوم البيولوجية الشديدة كان لا بد لأرساء قواعدها من بحث واستكشاف طبيعة الأجسام الحية وكانت هي رسالة المؤرخين للعلوم الطبيعية ، اما ما جاء بعد ذلك فسنحاول تتبع خطوات تطور التاريخ الطبيعي ومعه علم الجيولوجيا لنصل الى نهاية المطاف وهي نظرية التطور

العضوي ، ومع كل اهميتها في تاريخ الفكر الانساني اعتمدت هذه النظرية على المظهر الخارجي والتركيب الداخلي للأجسام الحية وكذلك جفريات الكائنات الحية وليس على أي تجارب عملية ، أما الاتجاه الآخر وهو دراسة ومعرفة التركيب الداخلي للأجسام الحية نباتية وحيوانية كبيرة أو صغيرة فبدأت باستخدام الميكرسكوب ثم طرق البحث الكيميائية ، وفي نهاية القرن التاسع عشر اثبتت هذه الطرق اهميتها من الناحية العملية في علاج الأمراض وانتاج المحاصيل .

التاريخ الطبيعي والتصنيف ـ لينيس Linnaeus

كان القرن الثامن عشر عصر الرحالة ، والجامعين والمصنفين ، جاءت فكرة التصنيف من ضرورة ترتيب النباتات في الحدائق النباتية والمجموعات النباتية في المعشبات ، بل جاءت اكثر من طبع الكتالوجات ، فكان من الطبيعي ان كل جامع أو صانع لكتالوج طريقة لتصنيف نباتاته أو حيواناته تبعاً لطريقة ما في التصنيف وكانت النتيجة هذه الفوضى في الاسماء وطرق التصنيف .

استمرت هذه الفوضى الى ان جاء في منتصف القرن الثامن عشر الشاب السويدي النشط والمصنف النابغ كارل لينيس Carl Linnaeus (١٧٠٧ ـ ١٧٧٨) والذي منح رتبة النبيل Von Linné وهو ابن قسيس فقير ثقف نفسه واخذ على عاتقه تصنيف كل النباتات والحيوانات وكذلك المعادن في العالم . كانت اعظم انجازاته هي التي تمت في علم النبات فقد رأى بثاقب فكره ان اكتشاف كاميراريس Camerarius (١٦٦٥ ـ ١٧٢١) العظيم أن الأزهار وهي الأعضاء الجنسية للنباتات هي الطريق الصحيح لتصنيفها ، ومن ثم بدأ في تصنيف النباتات الى صفوف ورتب تبعاً لعدد الأسدية والكرابل في الزهرة . ابتكر لينيس التسمية الثنائية * (٢٣) اساساً لوحدات التقسيم الصغرى وهي الأجناس والأنواع ، فأعطى لكل كائن حي اسماً مكوناً من كلمتين الكلمة الأولى اسم الجنس والكلمة الثانية اسم النوع ليعرف به في الأوساط العلمية٥-٥٣ .

كان الوقت مناسباً لتقبل هذه المعلومات ـ ولو انه كان عصراً استبدادياً . قام لينيس بعدة رحلات وجمع العديد من النباتات وانشأ حديقة نباتية في ابسالا Uppsala وسرعان ما جذب اليه مجموعة من التلاميذ الذين رحلوا الى جميع انحاء العالم جامعين للنباتات ومكملين لمجموعته . تأسست في لندن عام ١٧٨٨ جمعية لينيس ، وعلى أساس نظامه البسيط في تصنيف النباتات وقدرته الفائقة وتفوقه في فهمها عمل

بتصنيفه في جميع الأوساط العلمية ، ومع تغيرات بسيطة بقيت تصنيفاته للحيوانات والنباتات حية الى الآن . اما تصنيفه للمعادن فاعتمد على اسس غير علمية ولذلك سرعان ما ترك مفسحاً الطريق الى الطريقة الأساسية التي تعتمد على الكيمياء والتبلور .

نحو نظام طبيعي : بفون Buffon

امكنَ للباحثين في علم التاريخ الطبيعي وهم مسلحون بأفكار لينيس ان يعملوا سوياً بفضل الأسماء الصحيحة للكائنات وتداول المعلومات عن هذه الكائنات المعروفة والمعينة ، وبذلك امكنهم المساهمة في وضع موسوعة موحدة لها وهو ما استمر الأخذ به الى الآن . كان نظام لينيس في التصنيف صلباً وصعب الأخذ به منذ البداية ولكن من غير تغيرات جذرية فيه امكن تحسينه تدريجياً حتى أصبح نظاماً طبيعياً . جمعت الأنواع المتشابهة في جنس واحد كما جمعت الأجناس المتشابهة في فصيلة واحدة وكذلك جمعت الفصائل المتشابهة في رتبة واحدة وهكذا ، وتمتاز كل وحدة تصنيفية بمميزات تمتاز بها عن الوحدات الأخرى .

كانت لأعمال المصنفين فائدة عملية مباشرة . فمن الناحية العملية كان لأقرارها تأثير ونتائج لم تكن متوقعة ، كان من المستحيل ان تحصل على نظام طبيعي للتصنيف دون معرفة العلاقات التي تربطها والتي تعني ضمناً تصنيفها الى اجناس وقبائل وفصائل .

من اول الذين ادركوا ذلك جورج لويس دي بوفون George Louis de Buffon (١٧٠٧ ـ ١٧٨٨) فقد استطاع بذكائه ودماثة خلقه ان ينجز ما لم ينجزه أحد نحو نشر التاريخ الطبيعي بين القصور الملكية الفرنسية والطبقة البرجوازية الناشئة وقد منح رتبة نبيل وعين عام ١٧٣٩ مشرفاً على الحديقة الملكية والتي تسمى الآن بالحديقة النباتية وقد حولها الى معهد للبحوث حيث تدرب فيها وتلقى العلم فيها الكثيرون من البيولوجيين والكيماويين الفرنسيين وكانت مصدر إلهامهم . كان بوفون يختلف عن لينيس في اتساع افقه وغزارة معلوماته ليس فقط في علوم الحياة بل في العلوم الأخرى ، وكان في أول الامر فيزيائياً وطبق آراء نيوتون الأساسية في حقل البيولوجيا فكان حقاً وبلا منازع مصنفاً صبوراً ومثابراً دقيق الملاحظة . وضع بوفون اسس الكتابة العلمية أما آراؤه الجريئة عن اصل الحياة النباتية والحيوانية بما فيها الانسان فقد حببته الى فلاسفة وصناع الثورة الفرنسية .



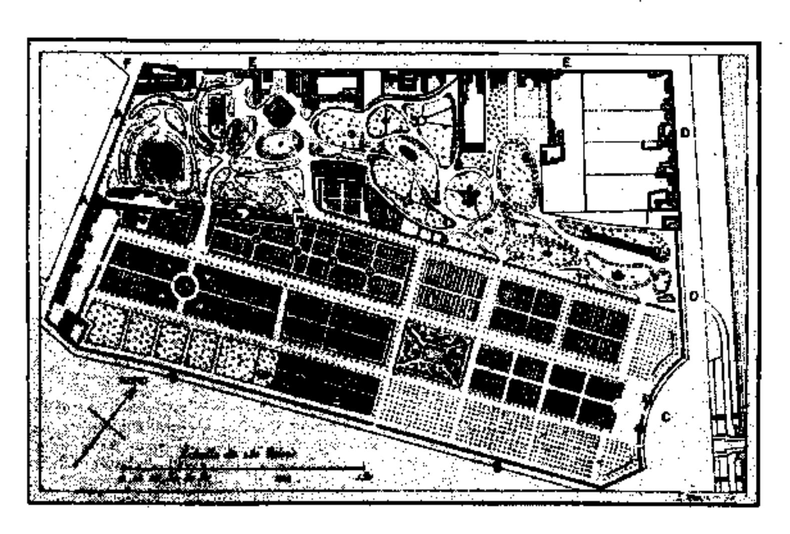
شكل (١٩٦)

صورة لينيس (كارل فون لينيه) (١٧٠٧ ـ ١٧٧٨) في الزي الارلندي .

طالب بوفون في مؤلفه الضخم « نظام الطبيعة » بأن العلاقات التي لا غنى عنها لتصنيف النباتات والحيوانات هي حقائق ثابتة ، وفي هذا أيده ارزمس دارون Erasmus Darwin (١٧٣١ ـ ١٨٠٢) والذي سبق ذكره كعضو قيادي في الجمعية

القمرية . كان ارزمس دارون طبيباً ناجحاً في لتشفيلد ، وكان شاعراً ومبسطاً للعلوم ومتأملاً وجريئاً في وضع النظريات البيولوجية وفي كتابة زوناميا Zoonamia محاولة لتتبع أصل الحياة من الكائنات الشريطية المتخلفة التي انتجت العديد من الأنواع المختلفة الأشكال نتيجة اختلاف الظروف البيئية . ولعدم استطاعة دارون فهم التركيب الدقيق للأجسام الحية وكذلك ميكانيكية عملها كانت افكاره تأملية ، ولكنها ساندت مباشرة الفلسفة الطبيعية وهي المدرسة الرومانسية في المانيا ولم تؤد الى اي افكار أو تجارب عملية جديدة ، مع ذلك ما فكر فيه دارون لم يستطع غيره بالرغم من تحسن الظروف حولهم ان يفكروا فيه إلا بعد وفاته .

لو لم تعارض نظرية دارون الثورة الفرنسية لقبلت فكرة نشأة الأنواع من أصل واحد كأمر مسلم به في اوائل القرن التاسع عشر . ومع ذلك كان من الضروري في أوائل القرن التاسع عشر اكثر من أي وقت مضى مساندة ما جاء في الكتاب المقدس من حكايات عن خلق الأنواع المختلفة من الحيوانات والنباتات في الأيام المخصصة ولذلك استمر البيولوجيون اكثر من خمسين عاماً ينظرون الى ميكرسكوباتهم بعيون مغمضة ويرفضون التفكير في نظام الكون .



شكل (١٩٧)

تخطيط لحديقة النباتات (الحديقة الملكية) في فرنسا .

الثوريون الأوائل ـ لامارك Lamark

فكر بعض العلماء ومنهم المبدع الأكبر لامارك (١٧٤٤ ـ ١٨٢٩) وكان يعمل نباتياً في الحديقة النباتية وأعلن مبادرته الشجاعة عام ١٨٠٩ وهي ان الأنواع الموجودة الآن نشأت من انواع قديمة نتيجة الملاءمة البيئية ، فالكائنات الحية التي تستطيع ان تتكيف وتتلاءم مع البيئة المحيطة هي التي تستطيع الحياة فمثلاً الزرافة عند ما وجدت اوراق النباتات نامية على اشجار عالية استطاعت ان تمد في عنقها واصبحت هذه الصفة من الصفات المتوارثة بين الأجيال / كان من الصعب تصور هذه الفكرة ولذلك لم يقبلها إلا القليلون ولكن بمضي الوقت تجمعت الأدلة على صحتها ليس فقط في دراسة الأجسام الحية بل في دراسة الحفريات ايضاً ./

الجيولوجيا التأملية ونظرية الخلق

جاءت دراسة علم الجيولوجيا متأخرة عن باقي العلوم / فكانت علماً متفوقاً رفيع الشأن / لم يستطع جامع الصخور في معمله عمل شيء اكثر من التعجب على الأشياء الشاذة / ومن ناحية اخرى كان عامل المنجم يضع كل اهتمامه في خام المعدن وكيف يستدل عليه بين الصخور الأخرى دون الأهتمام أو محاولة فهم أو تصور كيف نشأت الأرض وما هو تاريخها ، ومع ذلك بدأ التفكير في طبيعة الكون / وفي الحقيقة ، ومنذ أقدم العصور كانت ظاهرة وجود القواقع والأصداف على قمم الجبال ، مما يدل على سابق غمرها بالماء ـ من الأمور التي كانت تحيّر العقول / وادى هذا الى التفكير في أصل الحياة / وقديماً نسبت هذه المشاهدات الى طوفان نوح ./ ومن خلال الرحلات والمشاهدات الناتجة من البراكين والزلازل ظهرت نظرية جديدة وهي ان الأرض تعرضت لنكبات متتالية كان من نتيجتها انشقاق سطح الأرض بفعل نارها الداخلية ./ ادى هذا الى استمرار النقاش والحوار بين الآراء المختلفة للمؤمنين بنبتون آله البحر وبلوتو آله الموتى والمؤمنين بحدوث الزلازل والفيضانات خلال القرن الثامن عشر ./

هتون Hutton والمعقول

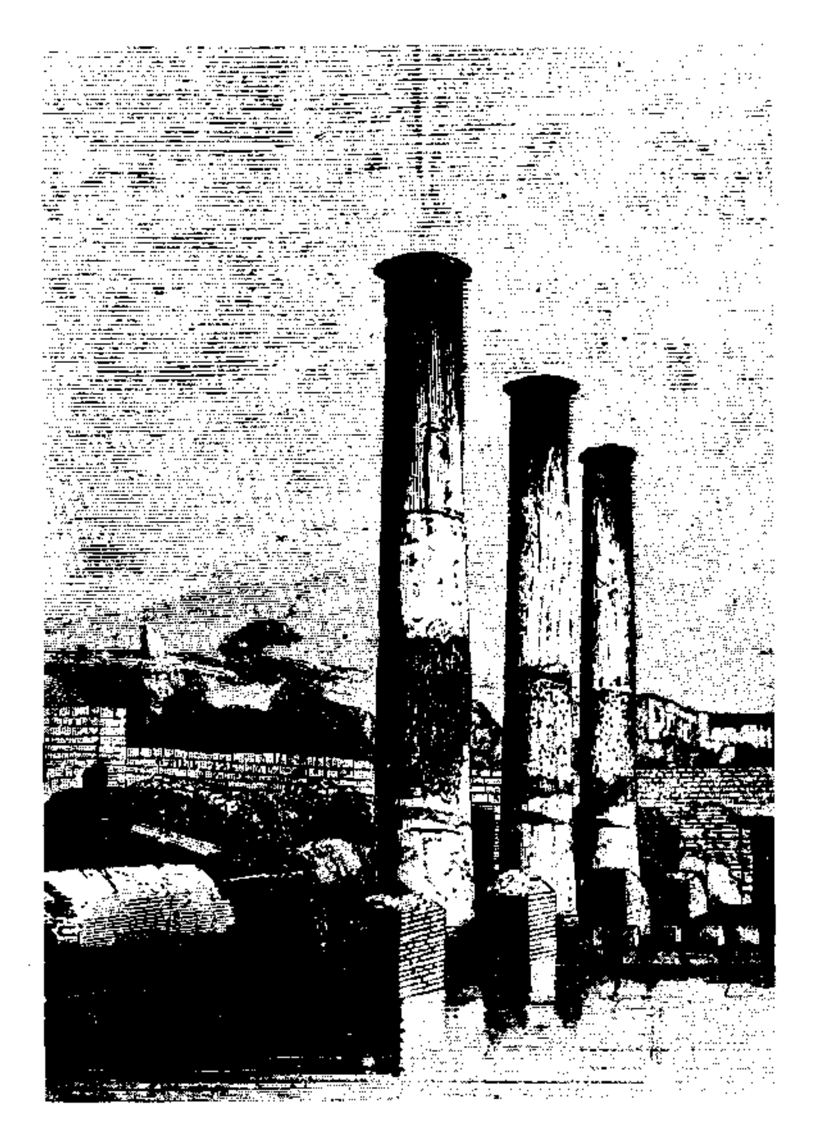
جاء أول تغير جذري في الجيولوجيا التأملية على يدي هتون وكان طبيباً من ادنبرا صديقاً حميماً لبلاك وكان أحد افراد مجموعة من العلماء والفلاسفة النابغين الذين جعلوا من مدينتهم « اثينا الشمال » ، وفي مؤلفه « نظرية الأرض » وضع

نظريته الثورية في تصورها وهي ان الشواهد الجيولوجية التي نراها هي نتيجة التفاعلات بين القوى المختلفة التي لا تزال تعمل من حولنا ، ومن رحلاته المتعددة في بلاده وخبرته كفلاح يفلح الأرض استنتج ان الوديان تكوّنت نتيجة نحر الأنهار أما السهول فنشأت من ترسيب الطمى الذي تجلبه الأنهار وتصلبه بعد ذلك ليس هذا فقط بل استطاع ان يدرك ان الصخور غير الرسوبية والغير طينية لا يمكن ان تكون قد نشأت في الماء كما ذكر ويرنر Werner (١٧٤٩ - ١٨١٧) ولكنها نشأت من تصلب طفوح بركانية ./ كانت هذه الأفكار منطقية بدرجة انها استطاعت ان تقاوم الآراء المناهضة للثورة الفرنسية والتي أدت الى انشاء مدرسة للجيولوجيين الذين كانوا دائماً يبحثون عن الآثار الباقية للخليقةه-٢ه ، ولكن آراء هتون كانت دائماً موجودة ./

/ جاء تقدم علم الجيولوجيا عن طريق شق القنوات أكثر من حذق واجتهاد عمال المناجم المحدود ./ استنتج وليم سمث William Smith (١٧٦٩ - ١٨٣٩) مهندس القنوات ومساح الأراضي من اعماله العديدة ان كل الجزء الجنوبي من المملكة المتحدة يتكون من طبقات متتالية في تسلسل منتظم وقضى معظم وقته في تخطيط هذه الطبقات في أول خرائط جيولوجية في العالم ./

/ مبادىء ليل Lyell

اصبحت نظرية الكوارث صعبة الأدراك وسقطت تماماً عندما احيا ليل في كتابه « مبادىء الجيولوجيا » مذهب هتون Hutton وهو تفاعل القوى الطبيعية واوجد نظريته الاتساق Uniformitarien التي تعتمد على المشاهدات العديدةه-١٨ ./ اذا كانت كل طبقة تمثل عصراً جيولوجياً مميزاً فإن الحفريات التي توجد في باطنها لا بد وأن تمثل الكائنات الحية التي كانت تعيش اثناء تكوينها ، كما تمثل هذه الحفريات نماذج مختلفة من الحياة وتطورها ، فمثلاً لم تظهر الزواحف قبل حقب الحياة الوسطى كما لم تظهر الثدييات قبل العصر الثلاثي ، وقد سلم ليل كضرورة منطقية بثبوت الأنواع لكي تخلق انواعاً جديدة في كل حقبة ثم انقراضها ومن الطبيعي أن يأخذ ذلك وقتاً طويلاً جداً/وبذلك اصبح من الصعب الايمان بفكرة الخلق المذكورة في الكتاب المقدس بعيداً عن اعجازها / ومع ذلك كان من الصعب التجرؤ بالتساؤ ل في هذا الموضوع في جو الأحداث التي كانت سائدة في اوائل القرن التاسع عشر ./



شكل (١٩٨)

في كتابه « اساسيات الجيولوجيا » الذي نُشر في لندن عام ١٨٣٠ اكد شارل ليل Charles Lyell (١٧٩٧ ـ ١٨٧٥) فكرة التغيرات الجيولوجية البطيئة لشرح ملامح سطح الكرة الأرضية . تبين الصورة هيكل سيرابيس Serapis وانخفاضه التدريجي .

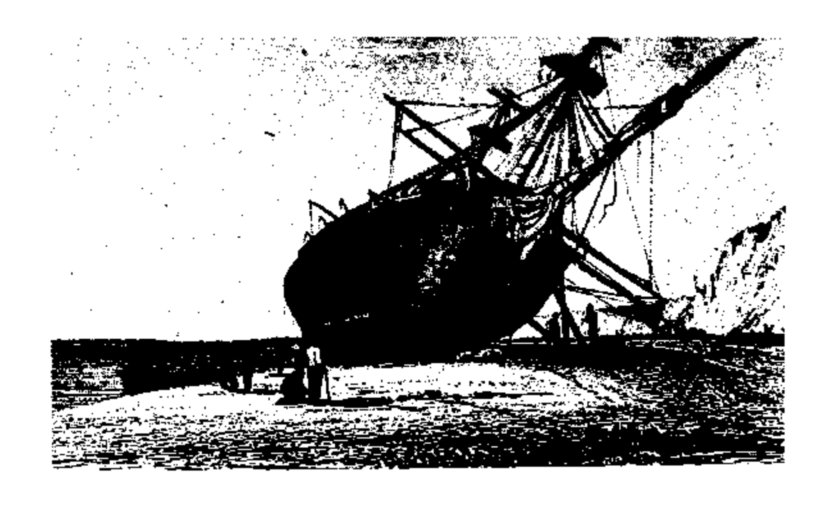
وفي الحقيقة لم يكن ممكناً القضاء على الأفكار الدينية القديمة قبل ان تكتمل البراهين الدافعة ضدها بالاضافة الى وجود وسائل مقنعة لبيان كيف ان الأنواع المختلفة من الحيوانات والنباتات يمكن ان تنشأ نتيجة تطور البعض الآخر / جاء ذلك في شكل انتخاب طبيعي على يدي شارلس دارون حفيد أراسمث دارون / كان دارون الصغير نتاجاً حقيقياً للرأسمالية في أواسط العصر الفكتوري / فكان رجلاً مستقلاً معتمداً على نفسه / وبعد رحلة طويلة حول العالم على المركب البيجل Beagleه-٣٦ تقاعد في حديقته ومعمله من دون هوس ليلقي نظرة عامة ولكن دقيقة على الطبيعة الحية وخاصة مشكلة أصل الأنواع ./

تأثر دارون وانطبع في ذهنه مشكلة التوزيع الجغرافي للأنواع النادرة التي شاهدها في الجزر المنعزلة مثل الجالاباجو Gala pago / كان من الأمور الآخاذة ان مثل هذه الأنواع قد نشأت من أصل واحد ولكنها اختلفت في نموها واتخذت لها هذه الأشكال المختلفة ولكن لماذا وكيف ؟ هل تم هذا نتيجة اختلاف طرق الحياة لهذه الحيوانات مما أدى الى نمو بعض الأعضاء دون الأخرى ؟ / بدأ دارون يفكر في امكانية تطبيق المنافسة في الحياة الاقتصادية الانسانية على عالم الحيوان ، وخاصة كان بين يديه نظرية جاهزة معقدة لتحقيق استغلال الرأسمالية / كانت الحياة في نظر القس مالتس Malthus صراع والبقاء فيها للأحسن والثراء والجاه هما مكافأة الفضيلة / في هذا الصراع ./ كانت الأمراض والحروب هي وسائل عدم ازدياد السكان زيادة رهيبة تزيد عن طاقة مصادر الغذاء ، فإذا طبقنا ذلك على عالم الحيوان فإن الأنواع التي تستطيع ان تغير من نفسها لتلائم البيئة التي تعيش فيها هي التي تورث هذه المميزات الى اولادها واحفادها ومن ثم تستطيع هذه الأنواع البقاء / كانت المجاعات فرصاً مناسبة لمشاهدة ذلك على الطبيعة ./

الأنتخاب الطبيعي

كان دارون رجلاً حريصاً جداً فلم يشأ ان يسارع بنشر آرائه فقضى ما يربو على العشرين عاماً يجمع الأدلة والبراهين الدافعة لاثبات ذلك وقد استنتج هذه الأدلة من جميع افرع التاريخ الطبيعي - من الصخور وما تحويها من حفريات وما تشير اليه من تتابع تطور الأشكال في العصور الغابرة ، ومن التوزيع الجغرافي للحيوانات والنباتات في العالم واخيراً من دراسة تجارب التهجين العظيمة التي

كانت قائمة في القرن التاسع عشر بغرض تحسين النسل وانتاج هجن عجيبة من الكلاب والحمام والتي امدته بأمثلة غريبة لا تقل غرابة عن التي تحدث نتيجة التطور ، كان يمكن لدارون ان ينشر نظريته في ذلك الوقت لولا ان رجلاً آخر هو الفرد رسل والاس Alfred Russel Wallace (١٨٢٣ ـ ١٩١٣) توصل الى نفس نظرية تطور الأنواع مستقلاً عنه من دراساته توزيع الحيوانات في جزر الهند الشرقية .



شكل (١٩٩)

السفينة بيجيل التي كان يقودها الكابتن روبرت فيتزروي ، وكانت تجوب حول العالم من عام ١٨٣١ الى ١٨٣٦ وكانت تحمل مجموعة من الرجال على رأسهم شارلس دارون ، ادى العمل الذي اتمه على هذه السفينة الى ظهور « أصل الأنواع » .

اصل الأنواع والجدل حول نظرية التطور

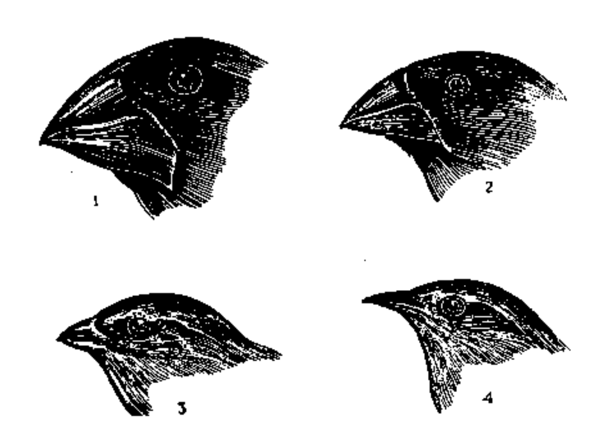
يبين الانفجار الذي حدث عقب نشر كتاب أصل الأنواع «Origin of Species» كيف كان دارون حريصاً ومتبصراً في عدم نشر آرائه قبل التحقق منها . حتى في أواخر الستينات خلق المعارضون حواراً وجدلاً مريراً انعكس على الموضوعات اللاهوتية والسياسية اكثر من الموضوعات العلمية البحتة ومع ذلك

احدثت هذه الآراء الجريئة آثاراً عظيمة على التحرير كما اعطت أسساً موحدة تنطبق على جميع الأحياء ، وبالرغم من ذلك كان تأثير الآراء الداروينية على العلم تأثيراً تعساً ولكن زادت دون شك من اهتمام العلماء البيولوجيين وجذبت انظار الكثيرين منهم ، ولكن التأكيدات التي وضعتها نظرية دارون على أهمية تتبع التطور والعلاقات التي تربط الأجسام الحية ببعضها ، وكذلك ضرورة عمل اشكال بيانية تبين تطور الكائنات الحية صرفت اهتمام البيولوجيين من مجرد دراسة الحياة ومكانيكية أجسام الحيوانات والنباتات ، ومن اجل هذا لا يمكن لأحد ان يلوم دارون نفسه على ذلك ، حيث ان بحوثه المكثفة الدقيقة التي شملت مواضيع مختلفة كدودة الأرض والنباتات آكلة الحشرات والتعبيرات التي تظهر نتيجة الانفعالات تجعله احد الرواد الأوائل لعلم البيولوجيا التجريبية ٥-٣٣،٥ .

الفلسفة الطبيعية

استمر الجدول حول اصل الأنواع الى نهاية القرن التاسع عشر ، ومن الضروري الآن ان نرجع الى الوراء الى مطلع هذا القرن لنلتقط خيطاً آخر تصل به الى معرفة الكائنات الحية من دراسة تركيبها الدقيق ، جاءت النبضات الأولى من دراسة التاريخ الطبيعي ولكن اكثر النبضات جاءت عن طريق علمي التشريح ووظائف الأعضاء وعلاقتها القوية بالطب .

كان علم البيولوجيا اكثر العلوم حفظاً للآراء الصوفية ، الافلاطونية واللولياتية والباراسلسانية والتي وجدت آخر صدى لها في الموسوعة الألمانية « الفلسفة الطبيعية » التي ظهرت في مطلع القرن التاسع عشر ، وبتشجيع من الفلاسفة امثال هيردر Herder وشلنج Schelling والشعراء امثال جوته Geothe بزغت فكرة البحث عن حقيقة النظام الإلهي للكون الذي لا يمكن ادراكه والمرتبط بتجديد العنصر الألماني ودمار العنصر الفرنسي المادي البغيض ٥-٢ . ومع ذلك فقد اقتضى البحث عن الأنواع الأولية القديمة دراسة مقارنة للشكل الخارجي للكائنات الحية نباتية وحيوانية والتي استمرت طويلاً حتى بعد ان تبخرت الآراء التي أدت اليها . كان لورنز اوكن Lorenz Oken احد الذين احبوا العلم الألماني وكان واحداً من مؤسسي هذه المدرسة والمسؤول عن وضع اسس تصنيف الكائنات الى اقسام رئيسية حية ومنقرضة .



شكل (٢٠٠)

طيور دارون (خضيري) : لاحظ دارون في رحلته الى جالاباجوس اختلاف الطيور في النوع الواحد بالرغم من ثبوت الأحوال الجوية مما جعله يعتقد بوجود انواع متشابهة في كل جزيرة ، وفي مجلة Journal of Researches ١٨٤٥ بين ان اختلاف الشكل في المناقير سببه طبيعة التغذية . من كتاب شارلس دارون .

الميكرسكوب : الأنسجة والخلايا

كانت هناك بجانب هذه الاهتمامات الطبيعية اهتمامات أخرى طبية ، وبالرغم من امتزاج طب جالين التقليدي بالوصفات العربية لشفاء المرضى والتي كانت منتشرة في ذلك الوقت لم يستطع هذا النوع من الطب مقاومة التقدم في علم الكيمياء / والبيولوجيا ومع ذلك لم يتم شيء ليحل محل هذا الطب القديم حتى بداية القرن التاسع عشر / كانت النتيجة وجود عصر سادت فيه التأملات وادعياء الطب امثال جال Gall وميسمير Mesmer ومغناطيسيته الحيوانية / كان جال من رجال التشريح ويعمل في علم فراسة الدماغ (معرفة الذكاء من شكل الجمجمة) . وقد تبعهم الكثيرون ./

وفي ذلك الوقت عاد الأهتمام بعلمي التشريح ووظائف الأعضاء مما أدى الى التقدم الكبير في تفهم الجسم البشري في صحته ومرضه / استطاع بيشات Bichat (١٧٧١ ـ ١٨٠٢) في حياته القصيرة ان يعيد انشاء علم الأمراض

وبدراسته الدقيقة على الأعضاء المختلفة استطاع ايضاً ان يميز الأنسجة المختلفة من عصبية وشريانية ووريدية وعضلية وليفية وغددية وجلدية والتي كانت معروفة للكثيرين / جاءت بعد ذلك دراسات اخرى قام بها علماء آخرون استعملوا فيها الميكرسكوب اللوني ochromatic الذي اخترعه اميكي Amici ، عام ١٨٢٧ والذي بواسطته استطاعوا معرفة التركيب الدقيق للأنسجة (علم الأنسجة) أفضل بكثير ممن سبقوهم من رواد القرن السابع عشر/ اوضحت هذه الدراسات ان الأنسجة تتركب من وحدات صغيرة هي الخلايا وأن هذه الخلايا تختلف عن بعضها في الشكل فهي مربعة في الكبد طويلة في العضلات طويلة جداً في في الأعصاب. /

/ نظرية الخلية

يمكن اعتبار الجسم الحي مستعمرة من الخلايا كما بيّن ذلك شليدن Schleiden (١٨٠٤ ـ ١٨٨١) وشوان Schioann (١٨١٠ ـ ١٨٨٢) ، وان هذه الخلايا نشأت من خلية واحدة جاءت نتيجة اندماج خليتين خلية البويضة وخلية الحيوان المنوي/ وقد تتبع بير Baer (١٧٩٢ ـ ١٨٧٦)) نمو الجسم من البويضة الملقحة حتى يكتمل نموه / ولقد اوضح العلم الجديد الذي اوجده وهو علم الأجنة القرابة بين الحيوانات المختلفة في الأقسام الكبرى كالفقريات /، ولقد أتاحت نظرية الخلية سهولة فهم نمو وتطور الكائن الحي مثله مثل الانتخاب الطبيعي في ظهور وتطور الأنواع ، ويظهر ان كلتا الطريقتين تسيران في خطين متوازيين نحو التطور / بدأت الدراسات الميكرسكوبية في كل المجالات البيولوجية في ايضاح الكثير من المشكلات غير المنتظرة / ولكن في المراحل الأولى لم يكن لها تأثير عملي كبير ولكن بدأ تأثيرها يظهر عندما بدأت الدراسات على الكائنات الدقيقة الحيوانية والنباتية٥-٦٩ ، وكذلك الكائنات وحيدة الخلية كالبروتوزوا والبكتريا التي أدت الى تفهم الحياة ووظائف الخلايا ومنها امكانية السيطرة على الكائنات الحية . /

/ التخمر

كما حدث في تاريخ العلم تأتي المنجزات من المحيط الخارجي له كدراسة الآفات الزراعية والصناعات الكيماوية / فمنذ فجر التاريخ الحضاري استغل الانسان عمليات عرفت باسم التخمر عندما تكون نهايتها مفيدة او التعفن اذا

/ كانت غير سارة ، وباتقان هذه العمليات واتباع التعاليم استطاع الانسان التحكم في مجموعة من العمليات مثل انتاج البيرة أو صنع الجبن أو دبغ الجلود ، ولكن ككل العمليات التكنيكية كان من الصعب بل من الخطر تغييرها ، وكان المجهود نحو التوسع فيها لأجابة الطلبات المتزايدة وفي نفس الوقت ادى ذلك الى حدوث الكثير من الكوارث . /

/ باستير وعلم البكتريولوجيا

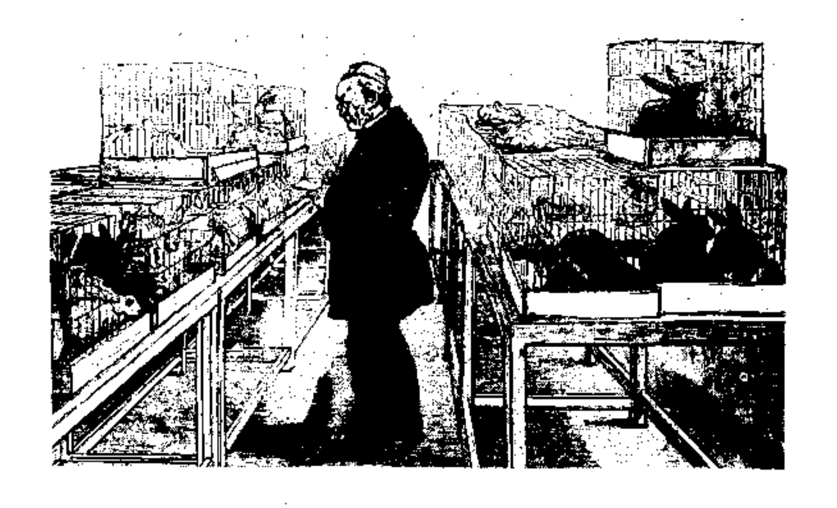
في المدينة الصناعية ليل Lille عام ١٨٥٥ تعرف الأستاذ الكيماوي باستير على نشاطات الأحياء الدقيقة التي تحدث التخمر / كانت البيرة والنبيذ جيدة عامة ولكنها كانت تسوء في بعض الأحيان ولم يجد باستير أي سبب كيماوي لذلك عند فحصها بالميكرسكوب / وجد باستير عندما يكون التخمر عادياً الخلايا الكروية وهي الخميرة التي درست قبل ذلك بواسطة كاريناردي دي لاتور Carignard de la Tour (١٧٧٧ ـ ١٨٥٩) ولكنه وجد عند حدوث تخمر غير عادي اجسام مختلفة سماها فيبرويس Vibrios لأنها كانت دائمة الحركة عندما كان يشاهدها تحت الميكرسكوب٥-٩١ /.

/ وكما رأينا كانت اهتمامات باستير الكبرى الأنشطة الكيماوية للأجسام الحية في عمل جزيئات غير متشابهة/ اقتنع باستير من تجاربه على فطر عفن الخبز على أن عملية التخمر لا بد وان تكون نتيجة نشاط الكائنات الحية وليست تفاعلات كيميائية./ وككيماوي بحث باستير ليس فقط في شكل وتركيب الكائنات الحية الدقيقة بل في قدراتها الكيماوية ايضاً فبحث في امكانية هذه الكائنات العيش في الهواء وبعيداً عنه وبذلك امكنه تصميم طرق عملية لما نسميه اليوم بالتعقيم لمنع هذه الكائنات من التدخل في عمليات صنع البيرة والنبيذ الناجحة . /

/ مكنت معلومات وتجارب باستير وكذلك افقه الواسع في مجال عمليات التخمر من انكاره الشديد والتصدي لامكانية الخلق التلقائي والتي ادت الى معارضته الشديدة لبوشيت Pouchet (١٨٠٠ ـ ١٨٧٢) . بين باستير انه باستبعاد الميكروبات الهوائية غير المرئية تستطيع المواد الحيوانية والنباتية الاحتفاظ بسلامتها من التعفن الى الأبد ، وبذلك اقنع المثقفين بالحقائق التي سبق ان توصل اليها ابيرت Appert عام ١٨١٠ بتجاربه وهي حفظ الأغذية بغليها ووضعها في اوانٍ زجاجية مقفلة / وهي الطريقة التي تعتمد عليها صناعة

/ التعليب اليوم /، كان يظن في بادىء الأمر أن سبب ذلك غياب الأوكسيجين في الأواني الزجاجية التي استخدمها ابيرت وهو الذي يسبب التعفن ولكن اثبت باستير ان الهواء المرشح يمنع كالغليان تماماً حدوث التعفن ./

/ ولانشغال باستير في الناحية العضوية لعملية التخمر ساعده ذلك على معارضة آراء ليبج التي ترجع ذلك الى خمائر كيماوية خاصة والاهتمام بذلك الموضوع / كان ذلك عام ١٨٩٧ عندما نجح بخنر Buchner (١٨٦٠ ـ ١٩١٧) مصادفة من عزل ذلك الأنزيم من الخميرة بطحنها وبذلك احتفل بوجود الأنزيمات وبذلك ثبت في النهاية ان كلا من ليبج وباستير كانا يسيران في الطريق الصحيح وان التخمر يحدث بتأثير انزيم وأن هذا الأنزيم لا يمكن ان يعمل إلا في الأجسام الحية٥-٣ . /



شكل (٢٠١)

/ **لويس باستير (١٨٢٢ ـ ١٨٩٥) في معمله في كلية النورمال بباريس من كتاب « اخبار لندن المصورة » عام ١٨٨٤ .**

/ **مرض دودة القز ونظرية الجرثوم**

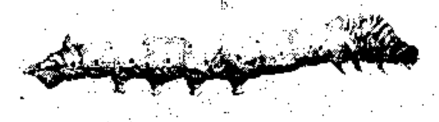
في عام ١٨٦٥ عهد الى باستير حل مشكلة صعبة ، كانت الصناعات

/ الجديدة في فرنسا تعتمد اعتماداً كبيراً على مصادر الحرير وقد هددت هذه الصناعات بالتوقف عندما اصاب ديدان القز مرضاً غامضاً وقد استدعي باستير للتغلب عليه / وكان في ذلك الوقت عالماً صغير السن بحيث لم يكن يعرف طبيعة ديدان الحرير وان هذا المخلوق الدودي القبيح يتحول الى شرنقة جميلة ومع ذلك بمجهود شاق من البحث لمدة عام وجد ان المرض سببه كائن يعيش وينمو داخل الشرنقة نفسها ، وبذلك وجدالطريقة التي يتغلب بها على المرض /

/ ومنذ ذلك الوقت أيقن باستير ان سبب الأمراض التي تصيب الكائنات الكبرى كالانسان لا بد وان تكون احياء دقيقة كالتي تسبب المرض لدودة القز ./ لم تكن هذه فكرة جديدة فالفكرة قديمة قدم الأمراض نفسا ويشهد على ذلك ظاهرة العدوى والأوبئة ، وخطا جينر Jenner (١٧٤٩ ـ ١٨٢٣) أول خطوة عملية لمقاومة مرض الجدري عن طريق التطعيم بفرض وجود الفيروس في حالة ضعف يعكس طريقة التلقيح العنيفة بميكروب الجدري نفسه والتي كانت تمارس لقرون عديدة ، ومع ذلك لم يكن احد يعترف بوجود هذه الميكروبات التي تسبب الأمراض حتى محترفو مهنة الطب الذين كانوا يؤمنون بآراء ارسطو وابوقراط ومع ذلك تمكن ليوينهوك Leeuwenhock من رؤية هذه الكائنات الدقيقة باستعمال الميكرسكوب ولكنه لم يدرك ان هذه الكائنات هي السبب في حدوث الأمراض التي تصيب الحيوان والنبات والانسان ./

/ وعندما تجمعت الأدلة خلال مائتي عام على هذه الحقائق اصبح اكتشاف دور البكتريا متأخراً عن ميعادها / وفي حالات متشابهة لم يكن باستير الأول أو الوحيد في هذا المجال فقد استطاع كوخ Koch (١٨٤٣ ـ ١٩١٠) وهو طبيب الماني جاء بعد دافين Davaine (١٨١٢ ـ ١٨٨٢) من دراسة تكاثر بكتريا الجمرة الخبيثة واستنبط طريقة التربية على الجيلاتين مما ساعد على ايجاد سلالات نقية وهي الطريقة التي استخدمها لفصل الكائنات المسببة للسل والكوليرا ./ وضع ليستر Lister (١٨٢٧ ـ ١٩١٢) في اسكتلندا اسس الوسائل العملية للتطهير وبذلك بدأت تنخفض حالات الوفيات في المستشفيات ./ كان باستير هو الجندي الأول في الحرب ضد الميكروبات ./





شكل (٢٠٢)

في عام ١٨٦٥ درس باستير الأمراض التي كانت تصيب دودة القز والتي افادته في اكتشاف اسباب الأمراض التي تصيب الحيوانات والآنسان وهي الكائنات الدقيقة . من كتابه دراسة في الأمراض التي تصيب دودة القز .

باستير ومقاومته للأطباء

باخلاص باستير وتفانيه في خدمة الانسانية وكذلك قوة شخصيته نجح في التغلب على المقاومة التي كانت قائمة ضد الآراء الحديثة عن الأمراض وأسبابها وفي الحقيقة كانت مقاومة شرسة تلك التي ساندها جميع القائمين بمزاولة مهنة الطب / وكانت شهرة باستير ككيماوي وكمستشار في الصناعة وقاهر للمرض الذي اصاب دودة القز هي التي اقنعت المسؤولين في المستشفيات لأتباع طرق الوقاية التي تستخدم الآن في مستشفياتنا / وعندما اثبت باستير بالتجربة النتائج الناجحة للمناعة ضد الجمرة الخبيثة في الأغنام ثم داء السعار في الانسان نالت تجاربه شهرة وتشجيعاً مما ادى الى الأعتراف بآرائه حتى من الأطباء ./

ظهور الطب العلمي

كان من نتيجة الثورة التي قادها باستير ضد الأمراض قيام الطب العلمي / ثم في القرون الماضية معرفة الكثير عن الجسم البشري / سلوكه في الصحة والمرض ولكن كان ذلك علماً ناقصاً حيث كان في استطاعته فقط التنبؤ بأعراض المرض أو تخفيف الألم ولكن لم يكن في استطاعته مقاومة المرض بمنعه أو علاج المريض / جاءت الطرق القليلة الفعالة لمنع المرض كالحجر الصحي أو التطعيم أو العلاج بالزئبق في حالة الزهري أو الكينين للملاريا نتيجة الصدف أو التقاليد القبلية / ولكن لكون هذه الطرق غير مبنية على اسس علمية لم يكن في الإمكان تعميمها أو استخدامها في علاج امراض اخرى / وبدون معرفة أو الأخذ بنظرية الجرثوم لم يكن في الامكان ادراك ما يحدث اثناء الاصابة بالأمراض المعدية ولم يكن في استطاعة الأطباء ايقافها بل كانوا يتتبعون تأثيرها على المرضى مما سبب انتشارها ./

مقاومة الأوبئة ـ البكتريولوجيا

عندما اصبحت نظرية الجراثيم حقيقة علمية وطرق مقاومتها ضرورة قومية كرس عشرات من الرجال حياتهم لدراسة الأمراض المعدية وتتبع حياة الجراثيم التي تسببها وايجاد طرق المناعة وتحضير الأمصال الواقية منها وحتى بدون ذلك ايجاد طرق الوقاية الضرورية لوقف انتشارها / وبتحسين طرق صرف مياه المجاري بدأت تختفي الأمراض التي تنتقل جراثيمها بواسطة المياه مثل التيفوئيد وكذلك بدأت تنخفض حالات الوفيات بين الأطفال بسبب حمى الدفتيريا ، ومن

ناحية اخرى امكن السيطرة على الكوارث التي كانت تحدث نتيجة تفشي الكوليرا والطاعون إلا في المناطق الفقيرة التي كان يصعب فيها اتخاذ تدابير الوقاية .

ان النجاح العظيم الذي احرزته نظرية الميكروب وطرق السيطرة على معظم الأمراض الحادة التي اهلكت الكثيرين من الأطفال والشباب / اغلقت لبعض الوقت اذهان الجماهير ومحترفي مهنة الطب عن الحقيقة وهي تقهقر حارس المرض قليلاً الى الوراء وان الأطباء في طريقة علاجهم للأمراض اهتموا فقط بالمرض نفسه دون الاهتمام بتفاعل الجسم مع المرض الأمر الذي من أجله بقيت امراض الكساح والسكر والسرطان والقلب تتحدى علماء القرن التالي / ومن خلال علم البكتريولوجي اقتحم العلم لأول مرة والى الأبد مجال الطب ، وسرعان ما اصبح جزءاً اساسياً ومتكاملاً للطب التقليدي / كانت اعمال باستير وتلاميذه وكذلك المدارس الأخرى في البكتريولوجيا علمية بحتة وليست طبية تطبيقية ولكنها كانت حاسمة في تاريخ البشرية / بيّن باستير من دراساته الأولية انه حتى الكائنات الدقيقة لا تخلق من العدم وليس هناك على هذه الأرض عمليات خلق جديدة وان هذه الأجسام الدقيقة مخلوقات حية بدلالة تحركها وتكاثرها وأن حياتها تختلف كثيراً عن حياة الكائنات الراقية ، حياة كيماوية اكثر منها بيولوجية ميكانيكية ، تعتمد على الجزيئات وليس على الأجهزة وبذلك كان باستير احد مبشري ثورة الكيمياء الحيوية للقرن العشرين ./

كلود برنارد والكيمياء الفسيولوجية

اما المبشر الآخر للكيمياء الحيوية فكان الفرنسي كلود برنارد Claude Bernard (١٨١٣ - ١٨٧٨) الذي درس فسيولوجيا الجسم البشري والحيوانات واكتشف ان النشاطات الداخلية للجسم تتم نتيجة توازن بين التفاعلات الكيميائية التي تحدث بداخله وقد اوضح خفايا الكثير منها كما يتوقف على هذا التوازن الحياة نفسها وكلما ارتقى الكائن الحي كلما تطلب ذلك مجهوداً اكبر في حفظ الظروف الداخلية ثابتة لا تتأثر بالظروف المحيطة ، وبذلك يستطيع الحياة بينما تفقد الكائنات الدقيقة قدرتها على الحركة اذا خفضت درجة حرارتها الى درجة التجمد أو تموت اذا ارتفعت درجة حرارتها الى درجة الغليان * (٢٤) .

/ علم الأعصاب

ان دراسة عمل الأعصاب وطريقة سيطرتها على الجسم / وهي احدى

الدراسات الفسيولوجية التي تركت كامنة منذ تجارب جالن قرابة مائتي عام عادت الى الحياة مرة اخرى في القرن التاسع عشر / وكان الفضل في ذلك يرجع الى بل Bell (١٧٧٤ - ١٨٤٢) وماجندي Magendie (١٧٨٥ - ١٨٥٥) اللذين من خلال تجاربها العظيمة استطاعا فهم وظائف الأعصاب سواء ارسال الاشارات الى العضلات أو استقبالها من أعضاء الحس / كذلك اتصال الأعصاب ببعضها في نظام معقد وهو الجهاز العصبي / القت هذه النتائج أول ضوء على تحكم أهم وأعقد جزء من هذا الجهاز العصبي وهو المخ / وحتى في القرن التاسع عشر كان البيولوجيون لا يزالون يشكون في طبيعة القدرات العقلية البحتة / بدأ علم وظائف الأعضاء في تأكيد ان تركيب الأجسام الحية حتى الكائنات الدقيقة شديدة التعقيد اكثر بكثير مما تصوره الفلاسفة ./

الزراعة العلمية

من المصادر الأربعة التي امدت المعلومات البيولوجية في القرنين الثامن والتاسع عشر والتي شرحناها قبل ذلك وهي التاريخ الطبيعي والطب والزراعة والصناعة ذكرت المنجزات التي حققها المصدران الأولان عند التحدث عن المصدرين الأخيرين فقد كان ذلك ضرورياً ولا يمكن اغفاله / فقد تأثر دارون كثيراً في صياغة آرائه بنتائج مربي الحيوانات الناجحة كما اعتمد نجاح علماء البكتريا في مكافحة امراض الحيوان وكذلك باستير على تقدم صناعة النبيذ والبيرة والحرير/ ومع ذلك ظهر طريق علمي آخر مستقل نشأ من دراسة مشاكل الزراعة الرئيسية : كيف تنمو النباتات في الأرض ومما يتركب غذاء الانسان والحيوان ؟ ./

/ منذ مطلع القرن الثامن عشر ومنذ أن تدخلت الرأسمالية الأقتصادية ظهرت المشكلات الزراعية ولم تنفع الطرق الموروثة عندما تطلبت الظروف انتاج محاصيل اكثر من الأرض الزراعية / اتحد الزراع المهرة مع اصحاب الأراضي وكوّنوا جمعيات الغرض منها تقدم الزراعة[٥-٤] / وتبعاً للظروف التي كانت سائدة كان من الطبيعي ان يتدخل العلم بمنجزاته ليظهر مقدرته في هذا المجال ولكن لم يكن ذلك سهلاً بل كان من الصعوبة بمكان٥-٣٠ . /

/ لم يتم أي تقدم في الزراعة اكثر مما حدث نتيجة ممارسة الوسائل التقليدية في الزراعة قبل منتصف القرن التاسع عشر / كان ذلك نتيجة محاولة تغيير هذه

الطرق الموروثة للحصول على مزيد من الانتاج. جاءت معظم الانجازات الزراعية عن طريق الصناعة اكثر من مجيئها عن طريق العلم، وذلك باستعمال الميكنة الزراعية التي احدثت ثورة في حرث الأرض وبذر البذور، وجمع المحصول ودرسه، وكان دور الآلة البخارية في تقدم الزراعة قليلاً بالنسبة لدورها في الصناعة والمواصلات اما الميكنة الكاملة فكان عليها ان تنتظر الآلة الصغيرة الخفيفة ذات الاحتراق الداخلي التي ظهرت في القرن العشرين[*][٢٥].

تغذية الحيوان والنبات

جاء التفاعل الهام بين العلم والزراعة عن طريق الكيمياء اكثر منه عن الطرق البيولوجية والميكانيكية. اكدت الثورة الكيميائية في الهواء المضغوط التي بدأت ببريستلي وانتهت بلافوازييه ان جسم الحيوان ما هو إلا نوع من الآلة الحرارية التي تحرق الغذاء للحصول على الطاقة، بينما النبات يعمل العكس في الاحتفاظ بها، فهو يمتص ضوء الشمس لبناء انسجة حية. هذا الضوء يستخدم في اتحاد ثاني اوكسيد الكربون مع الماء ليعيد الأوكسيجين الى الهواء الجوي وكما قال موليشوط Moleschott « تنسج الحياة من الهواء بواسطة ضوء الشمس ».

لم تكن لأي من هذه المعلومات أي فائدة عملية إلا بعد معرفة الدور الهام الذي تلعبه التربة في حياة النبات. كان الزراع والبستانيون يعرفون ان التربة تغذي النبات ولكنهم كانوا لا يعرفون دقائق هذه العملية. استطاع فان هلمونت Van Helmont ان ينمي شجرة صفصاف على الماء فقط، وكان من الطبيعي التفكير في أن الماء يتحول الى عنصر من عناصر التربة أو الخشب ولكن بعد عام ١٧٩٠ ثبت ان ذلك لا معنى له وانه لا يوجد شيء يحل محل الماء الى أن جاء ليبيج Liebig بتجاربه ونتائجه، جاء في تقريره على « الكيمياء وتطبيقاتها في الزراعة والفسيولوجيا » الذي اعده بناء على طلب الاتحاد البريطاني تقسيماً للأنسجة المختلفة والأغذية الى ما نعرفه اليوم بالكربوايدراتات والدهون والبروتينات، كما بيّن أن المواد الأولى والثانية ما هي إلا وقود تتكوّن في النباتات من ثاني أوكسيد الكربون والماء اما المواد الثالثة وهي البروتينات فهي الوحيدة التي تحوي النتروجين والتي تتركب في النبات بامتصاصه النترات من التربة مع المواد الأساسية الأخرى مثل الفوسفور والبوتاسيوم، وهذه العناصر تعود الى الأرض مرة اخرى من بقايا الحيوانات والنباتات بعد موتها في دائرة طبيعية اخرى.

الأسمدة المصنعة

مع معرفة الدور الكيماوي للتربة جاء تفسير العمل الرئيسي لسماد المزرعة وامكانية سد العجز في نقصه من موارد اخرى ، حول السير جون لاوس Sir John Lawes (١٨١٤ - ١٩٠٠) مزرعته في روثهامستد الى أول معمل للبحوث الزراعية حيث أجرى التجارب العديدة على النترات والفوسفات والبوتاس من مصادر مختلفة كبديل للأسمدة العضوية الطبيعية ، كما انشأ المصانع لأنتاجها ، من هذه التجارب والتجارب المماثلة التي تمت في ممالك اخرى نشأت صناعة الأسمدة التي خدمت في أواخر القرن التاسع عشر الزراعة في زيادة المحاصيل كما سدت العجز في الكيماويات اللازمة لصناعة المنسوجات واحتكار الصناعات الثقيلة للصناعات الكيماوية التي امدت حروب القرن العشرين بما تحتاجه من مواد .



شكل (٢٠٣)

ادت بحوث ليبج في الكيمياء العضوية الى انشاء صناعات منها صناعة خلاصة اللحوم . من اعلان عام ١٩٠٤

صرح بارسون مالتس Parson Melthus بما يأتي :/« في هذا التيه من التأملات اقترح ان تزرع أوروبا غلالها في امريكا وتختص هي بالصناعات والتجارة كأحسن سبيل لتوزيع العمل على هذه الأرض»٥-٧٦ / وقبل ان تثبت هذه الفكرة جدواها كان يجب أولاً ارسال الرجال لزراعة الأرض بعيداً عن أوطانهم سواء كانوا عبيداً أو سجناء أو لاجئين وثانياً توفير وسائل النقل لنقل الغذاء من امريكا الى اوروبا في حالة صالحة للأستهلاك , كانت وسائل تهيئة الطعام القديمة الموروثة من تجفيف وتمليح وغلي وتثليج هي المستعملة وهي الوسائل القديمة التي ترجع الى العصر الحجري ولكنها لا يمكن ان تفي بحاجة



شكل (٢٠٤)

صورة تبين منازل لندن وطرقها الضيقة في القرن التاسع عشر تلك المدينة الصناعية . لندن عام ١٨٧٢ .

/ متطلبات الملايين من السكان إلا اذا تطورت واخذت بوسائل العلم الحديث .

/ اوضحت اعمال باستير طوال أيام حياته الحاجة الى القضاء على الميكروبات كما بيّنت نتائج البحوث الديناميكية الحرارية طريقة استخدام الآلة الحرارية لانتاج برودة صناعية ، وعن طريق التعليب والحفظ في الثلاجات امكن الاحتفاظ بالأغذية في حالة جيدة اذا امكن الحصول عليها / امكن بهذه الطرق انتشار وسيادة شركات التعليب والحفظ في الثلاجات في المناطق التي تتوافر فيها اللحوم ، ومن هنا نشأت رومانسية راعي البقر وشهرة حظائر شيكاغو (ستسيناتي Cincinnati) حيث استخدمت الطرق الآلية في عملية الذبح والتي أدت الى انشاء اتحاد المنتجين في القرن العشرين٥ـ٥٠ ./

/ **التطبيقات البيولوجية : الطب والزراعة**

احتل علم البيولوجيا في اواخر القرن التاسع عشر مكانه بين العلوم الأخرى كالفيزياء والكيمياء كنظام علمي ولو انه كان لا يزال يحتفظ ببعض بقايا اعمال السحر القديمة والمعتقدات الخرافية / وفي الحقيقة لم يكن هناك شيء خاص بتفهم خفايا علم البيولوجي والتحكم في مواده كما حدث في العلوم الأخرى القديمة التقليدية ولكنه بدأ يثبت اهميته من الناحية العملية / لم يكن ممكناً تحقيق التقدم العظيم الذي تم في المجال الاقتصادي في نهاية القرن التاسع عشر بدون التطبيقات البيولوجية وهذا أحد الأمثلة الجيدة لأقوال ماركس المأثورة /« ان الجنس البشري يشغل نفسه في الأمور التي يستطيع حلها فقط ٥ـ٨٠، ٣٥٧ ./

/ لم يكن في الامكان تجمع وتكدس السكان في المدن الصناعية في القرن التاسع عشر دون الأخذ بوسائل صرف المجاري نتيجة الايمان بنظرية الجراثيم وطرق الاصابة بالأمراض / ولم يكن في الامكان أيضاً تغذية هذه الجموع الكبيرة دون تطبيق المعلومات الكيميائية الجديدة عن تغذية النباتات / كان استخدام المخصبات النيتروجينية والفوسفاتية هو السبب الرئيسي في زيادة انتاج الأرض والتوسع في استصلاح الأراضي وزيادة الرقعة الزراعية ، واخيراً لم يكن مستطاعاً زيادة المنتجات في المناطق الاستوائية كالمطاط والزيوت اللازمة للصناعة دون مقاومة والسيطرة على الأوبئة في هذه المناطق ./

٩ ـ ٦ نظرة الى احداث الماضي

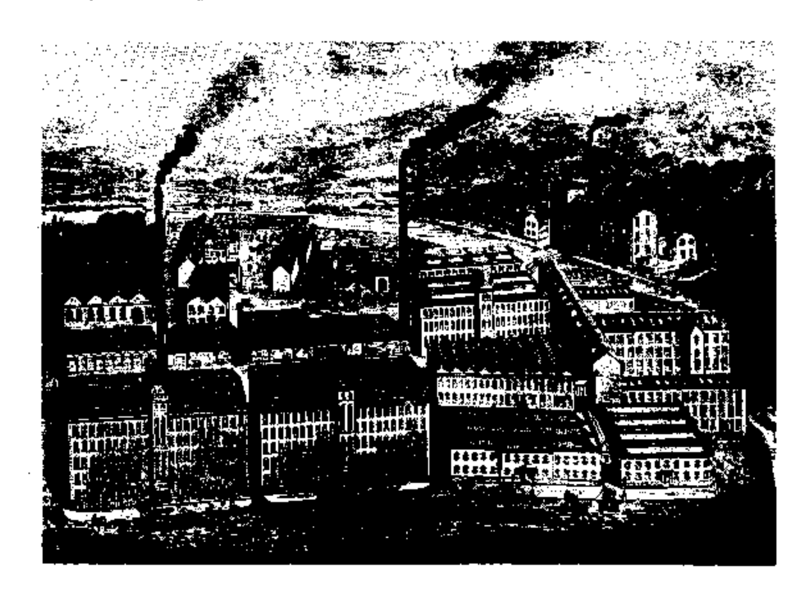
العلم في عهد الرأسمالية

لقد تتبعنا فيما سبق بعض المجالات التي تطور فيها العلم ابان القرنين الثامن والتاسع عشر ورأينا العلاقات التي تربط هذه التطورات بنمو المجتمع ممثلاً في الثورة الصناعية وتأثيراتها عليه وكذلك تطور الفكر الانساني ، وكان هذا التطور ضرورياً للنهوض بالانسان ليستطيع ان يتفاعل ويتلاءم مع العوامل الاجتماعية والبيئية الجديدة / في هذه الحقبة من الزمان بلغت الرأسمالية أوجها وانتعشت وبدأت تظهر أول علامات انحرافها / وكذلك العلم فقد نما بقوة دافعة بالرغم من بعض ذبذبات صغيرة ، وكان نموه اسرع من نمو الأقتصاديات بوجه عام حيث انه كان يشغل مركزاً هاماً في نهاية القرن اكثر من بدايته / وفي اوائل القرن الثامن عشر قدم العلم القوة المحركة للصناعة في صورة الآلة البخارية ولو ان هذا الاختراع كان يرتكز على الوسائل التكنيكية المتوارثة وعبقرية العمال المهرة اكثر من ارتكازه على العلم نفسه /، ولكن في اواخر القرن التاسع عشر قامت صناعات كبيرة جديدة تعتمد اعتماداً كلياً على العلم بالاضافة الى دخوله في الصناعات اليدوية القديمة والزراعة نفسها / وفي البداية كان على العلم ان يستفيد من الصناعة اكثر من استفادة الصناعة منه ولكن في النهاية اعتمدت الصناعة في بقائها على العلم / ومن خلال التغير في الوسائل التكنيكية للصناعة ساعد العلم على نمو الرأسمالية وانتقالها من المنافسة الحرة بين الصناعات الصغرى الى احتكار الصناعات الكبرى التي كانت تعتمد على الوسائل العلمية والتخطيط العلمي لزيادة الانتاج /

/ وبالمقارنة بين الثورة الصناعية التي حدثت ابان القرنين السادس والسابع عشر بمثيلتها في القرنين الثامن والتاسع عشر نجد الفرق واضحاً بين نوع العلاقة التي كانت تربط العلم بالحياة العملية في كل من الفترتين / ففي الفترة الأولى كما رأينا كان اللجوء الى العلم محدوداً جداً باختراع اجهزة جديدة لاكتشاف خفايا الطبيعة ـ من ميكرسكوبات وتليسكوبات وبارومترات وترمومترات مع التحاليل الرياضية لتنسيقها وايجاد الحلول المناسبة لها / اما في المرحلة الثانية تعدى طلب العلم حدوده الضيقة الى كل النشاطات الصناعية من ميكنة و طاقة ومواصلات وكيماويات وعتاد حربي وبالرغم من التقدم في الوسائل والمعدات كان ذلك جزءاً من انجازات العلم اما الانجازات الكبرى فكانت في اختراع

آلات جديدة مثل الآلة البخارية ـ التربينات ـ الديناموات ـ الموتورات الكهربائية ، لم يكن الغرض من كل هذه الاختراعات اكتشاف كنه الطبيعة فقط بل السيطرة عليها وكانت هذه هي سمات القرنين الثامن والتاسع عشر ،

كان العلم يتغير من ثورة الى اخرى من السلبية الى الايجابية من استقصاء الطبيعة الى امكان التأثير على كل شيء ، وأصبح ذلك ممكنا بالتطور الآلي وتكاثف العمال المهرة مع العلميين المثمر وبتوافر رؤوس الأموال المتزايد وازدياد الأرباح ، كان هذا التمويل لرؤوس الأموال لتطور الميكنة والبحوث العلمية السبب الرئيسي في انبثاق النشاط الكبير في أواخر القرن الثامن عشر واواسط القرن التاسع عشر ، وبمقارنة ذلك بأي قرن مضى نجد ان مجهوداً ضخماً قد بذل في هذا القرن ولكن اذا قارناه بمجهودات القرن الحالي نجد انه مجهود ضئيل٥-٩٣، ١١٠ فمثلاً ما صرف على البحوث العلمية في انكلترا في القرن



شكل (٢٠٥)

انتشرت المصانع الكبيرة في أواخر القرن التاسع عشر ، والصورة تبين مصانع كلارك في بيزلي Paislay من كتاب الصناعات الكبرى في بريطانيا لندن عام ١٨٨٠ .

التاسع عشر لا يزيد على المليون جنيه بينما تصرف على البحوث المدنية اليوم اربعة ملايين جنيه سنوياًه-٣ / ويجب ان نلاحظ علاقة البحث العلمي بالكسب كما بيّنا سابقاًه-٣ / وكانت هذه العلاقة السبب الرئيسي في التقدم السريع في العلوم الذي حدث في هذا القرن ، وحتى اذا ظهر تطبيق علمي يدر ربحاً كبيراً فعدم توافر رأس المال لتمويله يوقف تنفيذه لعدة أعوام ولا يمكن التأكد من نجاحه في النهاية مما يدعو الى رفضه إلا من قلة متفائلة من المقاولين ·

/ الطبقة العاملة والاشتراكية

استخدم الرأسماليون العلم برضى عندما كان يخدم مصالحهم في زيادة الكسب واستخدموه غير راغبين ومتأخرين في تطبيقاته عندما كان يخدم الحياة العامة كالصحة والتعليم ورفضوه رفضاً قاطعاً في استخدامه في أي محاولة لتغيير النظام الذي كان مصدراً لثرائهم وكان هناك غيرهم على استعداد لرفضه / وفي طريق تطبيق العلم للحصول على الربح/ أثار الرأسماليون الطريق نحو قيام صناعات الأعداد الكبيرة دون النظر الى الكسب كضرورة حتمية وكذلك أوجدوا في نفس الوطن طبقة عاملة اعتمد عليها النظام الرأسمالي /

/ وفي مطلع هذه الحقبة كانت هناك رأسمالية جديدة طارئة تهز بقايا النظام الأقطاعي في الانتاج وتضع قواعد نظام جديد بدأ ينتشر بنجاح / وفي نهاية هذه الحقبة نمت وازدهرت الرأسمالية وسادت النظم الأقتصادية في جميع انحاء العالم ولكن كان عليها الوقوف امام الحركة العمالية التي بدأت تظهر منادية بالاشتراكية في الانتاج والأخذ بالوسائل العلمية في جميع مراحله /

/ ولتقدير مدى تأثير العلم على الحياة العامة والفكر الانساني خلال القرنين الثامن والتاسع عشر يجب علينا تتبع خطوات الانتقال من مرحلة تأثيره التحرري في البداية عندما كان خليفاً لكل قوى التقدم الى مرحلة الابهام وعدم التأكد من النهاية ، عندما كان التقدم غير مضمون ولاحت في الأفق تباشير الحرب والثورة الاجتماعية وتأثيرها على التفكير والادراك ، جاء الحد الفاصل بين المرحلتين على ايدي الثورة الفرنسية وما تلاها من تغيرات / وكان على جميع المساندين للنظام القديم في فرنسا ورجال الدين والملكية في انكلترا المعتمدين على ملكية الأرض ان يقاوموا ما استطاعوا العلم بأشكاله المختلفة / كان تقدم العلم في أواخر القرن الثامن عشر مصحوباً بنمو الصناعة وقيام نظم سياسية جديدة وكذلك تحرر

/ من المعتقدات الدينية /كل ذلك اسهم في ايجاد نظرة متفائلة تقدمية ./

، بعد عام ١٨١٥ لم يكن الوضع بسيطاً فكان العلم نفسه منقسماً الى قسمين : علم ملتزم وآخر متحرر متمثلاً في ما حدث في تاريخ علم الجيولوجيا والجدل حول نظرية التطور، وبتقاليده القديمة ونتائجه العملية في الاكتشافات العظيمة اصبح العلم من سمات القرن التاسع عشر وملازماً للرأسمالية / ولكن لم يستمر هذا الوضع طويلاً بل اصبح غير سار ولا مقبول وذلك لأنه نتج من التطبيقات العلمية في الصناعة تلك الصورة الكئيبة والمظلمة للأحياء الصناعية وما تحمله من وعي وادراك الضمائر المعذبة والمناوئة لغوغاء الطبقة العاملة (البروليتاريا) وظهر في ذلك الوقت شبح الاشتراكية ولو انها لم تكن ذات تأثير إلا انها كانت تظلل الحياة الثقافية والسياسية / وبعد عام ١٨٧٠ تبدد المرح وتحققت الرؤية ./
المزح

/ العلم في عالم الأفكار

كان تأثير العلم على الأفكار السائدة في ذلك الوقت أقل بكثير في أهميته من تأثيره المباشر على الثورة الصناعية ، ومع ذلك كان هذا التأثير ضعيفاً لم تكن للثورة الفكرية في العلوم الطبيعية خلال القرنين الثامن والتاسع عشر التأثير الخطير كمثيلتها في القرنين السادس والسابع عشر ، ومن المنصف أن لا نطلق على ما حدث في القرنين الأولين كلمة ثورة لأن ما حدث هو انتشار كبير لنتائج الثورة الأولى والتي تتمثل في توليفات نيوتون في مجال الفيزياء مثل الحرارة والكهرباء والكيمياء ثم في المجالات الاقتصادية والسياسية / كان الانتشار في حد ذاته نوعاً من الابداعات الأساسية / ومن الناحية المادية كانت هذه الابداعات هي التي جعلت للعلم أهمية في الصناعة حيث استغلت القوى الطبيعية للبخار والكهرباء كما احكم الاستفادة من التغير في الصور المختلفة للمادة بعد أن كانت تحكمها التقاليد الموروثة ./ وفي مجال الأفكار المتأثرة بالماضي وتقاليده فإذا كانت انجازات العلوم الطبيعية لم تؤثر التأثير الجذري فإن الانتقال الى مجالات اخرى جديدة أوجد مظاهر للطبيعة لم تكن منتظرة كالتفاعل بين الكهرباء المغناطيسية وكذلك طبيعة التفاعلات الكيميائية التي ادت الى معرفة الحقائق الكبيرة العامة مثل قوانين حفظ الطاقة والمادة والنظرية الكهرومغناطيسية للضوء. ،



شكل (٢٠٦)

القطر الأسود بالقرب من بيلستون **Bilston** : تبين الصورة بايضاح المداخن وتدفق الدخان منها والآفة الصناعية التي سببتها الصناعات الثقيلة ، من كتاب ستافورشير ووركشير في الماضي والحاضر عام ١٨٠٦ .

التطور كقوة اجتماعية

جاءت الانجازات الجذرية عن طريق التقدم في العلوم الوصفية حيث ان العلوم الرياضية لم تستطع تثبيت اقدامها ، وبلغت هذه الانجازات الذروة بأعمال داروين في التطور نتيجة الانتخاب الطبيعي التي جاءت كنتيجة حتمية لأعمال وبحوث جيولوجية وبيولوجية طويلة استغرقت سنوات عديدة . كان يمكن الأخذ بهذه الآراء الجريئة قبل عهد داروين لولا معارضة رجال الدين وملّاك الأراضي الذين شعروا بأن قبول مثل هذه الآراء فيه نهاية للسيطرة الآلهية على هذا الكون . استطاع نيوتون بصورته الجديدة عن الكون ان يعيد الثقة في نظام كوبرنيكوس وجاليليو بعد ان اهتز . اصابت آراء داروين صميم الانسانية نفسها

/ فكان مبدعاً منصفاً بالمقارنة بكوبرنيكوس / بالرغم من القضاء على الصورة القديمة للكون الآتية من الشرق بقي النفوذ الكنسي الذي لا يزال يحتفظ بصورة الخلق السماوية قائماً ولم يمس وخاصة ما يتعلق بالإنسان نفسه الذي هو في صورة الخالق / لم يبق في اذهان الناس بعد آراء دارون مما هو مدّون في سفر التكوين إلا القليل / كان هذا هو الوضع قبل ايجاد الصورة التي يحتفظ بها الدين كرامته ، / ولكي لا يتعرض لأي تناقض سوفي وهي ان الله بحكمته وضع الحفريات بين الصخور ليغري الجيولوجيين المفكرين الى الجحيم/ ومن وضع فيليب هنري جوس Philip Henry Gosse والد ادموند جوس فكرة بعيدة كل البعد عن الواقع ولا يمكن ان نعطي شرحاً مقنعاً للهروب من الحقيقة / وبعد ذلك كما قال البابا بيوس الثاني عشر عام ١٩٤٨ ، ان الفصل الأول من سفر التكوين يجب فهمه على انه قصة رمزية تحمل في ثناياها المعنى الأخلاقي وليس المعنى الظاهري ويجب ان ينتهي الجدل حول ذلك إلا في بعض المعتقدات البروتستانتية الأساسية /

/ اما نظرية أصل الأنواع فقد نودي بها في الوقت الغير مناسب حيث طبقها الجناح اللاديني الرئيسي في الاقتصاد والسياسية الذي ينادي بسياسة عدم التدخل في حرية التجارة وأصبح كل شيء في العالم الرأسمالي ممكناً ومقبولاً من استغلال الانسان لأخيه الانسان دون رحمة ولا رأفة وكذلك قهر القوي للضعيف حتى الحرب امكن تبريرها بالمقارنةبالطبيعة وما يحدث فيها/ وان فكرة تبرير سيادة طبقةعلى طبقة أو جنس على آخر/ وانهم ابناء اللهأو الطبقة المختارة بدأت تتلاشى شيئا فشيئا واصبحت الحاجة الى ايجاد اعذار أخرى جديدة لتبرير استمرار سيادتهم في مجال العلوم وقد قدم دارون هذه الأعذار لأنه كان في اشد الحاجة الى ذلك نفسه / كانت اهمية نظرية التطور الأساسية هي ادخال العنصر التاريخي في مجال العلم ، فقد الغت نهائياً الجانب الأرثوذكسي في االمعتقدات اليونانية والحق الأبدي والأنواع الثابتة لافلاطون وارسطو والرجوع الى الآراء الهراطيقية القديمة والفلسفة الأيونية والديموقراطية وتأكيداتها على التقدم الجذري،/ وبادخال العنصر التاريخي في العلوم تعتبر نظرية التطور لدارون هي المعبر بين الدراسات الانسانية والطبيعية ولكنها فشلت في ذلك للمعارضة الشديدة من اجل دفع هذه العقيدة الى المجتمع / وفي الحقيقة ان هذه النظرية في تأكيدها على قرابة الانسان للحيوان لم تلق قبولاً من الثورة الاجتماعية الانسانية التي كانت في ذلك الوقت غامضة في قبول نظرية مبنية على علوم بيولوجية بحتة والتي أدت الى الفكرة التي

لا يمكن قبولها وهي نظرية السوبرمان لنيتشه ،/ وتبرير نظريات العنصرية والاستعمار /

لم تنشأ العلاقة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية وكذلك تورط التاريخ في الطبيعة والقانون في المجتمع كنتيجة مباشرة لنظرية التطور العضوي ولكنه كانت نتيجة اعمال وحركات اخرى هي الأفكار والأعمال التي برزت نتيجة تأثير الثورة الصناعية على المجتمع والتي اعطت ماركس وانجلز عناصر لنظرياتها وانظمتها وبالرغم من ان هذا قد حدث في أواسط القرن التاسع عشر قبل مجيء دارون والجدل حول نظريته إلا ان معناها الحقيقي وتأثيراتها لم تظهر إلا في القرن العشرين ./

المركز الاجتماعي للعلماء

لم يكن انتقال العلم من مرحلة الآراء الحرة في بدء القرن الثامن عشر إلى مرحلة القوة المادية التي تستطيع تغيير نمط الحياة كما ظهر ذلك لكل فرد في أواخر القرن التاسع عشر من الأعمال البسيطة ولكن كان حصيلة مراحل متشابكة من التغييرات السريعة أو البطيئة في التقدم والتطور ./

في هذا الصراع لم يستطع العلماء منع الضغط الواقع عليهم لكي لا تقتصر بحوثهم على شكل الطبيعة ولكن يجب ان تتضمن أيضاً النتائج المتحصلة من تدخل القوى الجديدة التكنولوجية والعلمية في الطبيعة / وكانوا مدفوعين بالرغم منهم بقوى دافعة متناقضة / كان دارون ومعظم العلماء من الطبقة المتوسطة أو العليا وقد امكنهم ان يندمجوا مع بعض الطبقة العاملة مثل فرداي وشاركوا تطورات الحركات الرأسمالية الكبرى / ومع ذلك كعلماء لم يستطيعوا أن يروا الا نتائج مجهوداتهم في زيادة ثراء الأفراد وليس في تقدم البشرية / قليل من العلماء هم الذين ادانوا تلك التطورات أمثال والاس Wallace (١٨٢٣ ـ ١٩١٣) وويلز Wells (١٨٦٦ ـ ١٩٤٦) في بريطانيا وهيكل Haeckel في المانيا وجماعة المفكرين الذين احتشدوا للدفاع عن دريفوس Dreyfus في فرنسا عام ١٨٩٤ ./

فكرة العلم البحت ـ التشاؤم الكوني

تحول معظم العلماء من الحالة الغير سارة التي اصبحوا فيها وعادوا لاجئين الى المشاركة في العلوم وتطورها الحقيقي / وشعروا بأنهم اذا لم يحققوا لأنفسهم

/ كسباً مادياً من اختراعاتهم فهم على الأقل احرار غير ملومين بأنهم بأبحاثهم نالوا نفعاً شخصياً ./

/ لم يستطع هذا الموقف ان يغير من افكارهم ونظرياتهم حتى في العلم نفسه ، وبالرغم من الانتصارات العديدة التي اوضحت شكل وطبيعة الكون من السديم الى العقل البشري / وبالرغم من الصورة الكبيرة التي اوضحتها نظرية التطور ووجود التطور الدائم اصبحت النظرة العامة البعيدة المدى لمستقبل العلم متشائمة/ كانت صورة الكون غير مضيئة بأي فكرة انسانية للتحكم في الطبيعة لخير الانسان وخير الأجيال القادمة بل كانت كقدر أعمى يقود من خلال قوانين صارمة الى نهاية محتومة ./

/ حدود العلم

ظهر العلم منتهياً ./ كان لالتحام ووحدة الهدف بين الحلوم والتقدم العلمي الذي تم في القرن التاسع عشر السبب في اعتقاد العلماء بأن العلم في طريقه الى النهاية / ففي الفيزياء اجتمعت القوى التي كانت متفرقة وهي الضوء والكهرباء والمغناطيسية والحرارة مع بعضها في نظرية واحدة كبيرة هي النظرية الكهرومغناطيسية، وبالرغم من ان الجاذبية لم تكن مفهومة إلا ان وسيلتها كانت معروفة للتكهن بمستقبلها، وفي الحقيقة إن نظلاة لابلاس Laplace للكون بأنه يتكوّن من ذرات دائمة الحركة وهي سر الخلود تحقق صورة للقدر أشمل من أي صورة وضعها الاغريق في هذا الموضوع./ وفي الكيمياء اكتشفت جميع العناصر الموجودة على الأرض وان نتائج مندلف العامة تبين كم من هذه العناصر يمكن أن توجد وكم منها يمكن أن يكتشف./ وفي علم البيولوجيا بيّنت نظرية التطور ان التطور نفسه اصبح محتوماً يخضع للصراع والصدفة./

/ وفي الحقيقة لا يزال امام العلم الكثير لكي ينجزه / رأى كل عالم في مجاله المستقبل لا نهاية له ، ومما يدعو الى الغرابة انه بالرغم من كل هذه الانجازات والنظريات اصبح العلم اكثر تخصصاً في نهاية القرن التاسع عشر اكثر بكثير عما كان عليه قبل ذلك أو بعده / وكان التخصص طريقاً للهرب من الحمل الثقيل وهو النظرة العامة للكون أما التشاؤم الكوني فقد توازن باليقين ان لم يكن بالامبالاة حول الحالة الراهنة والمستقبل المباشر للعلم والمجتمع .

ومهما أدرك العلماء حقيقة مجالاتهم الخاصة فإن علماء القرن التاسع عشر عرفوا أن الاطار العام للنظرية العلمية اصبح ثابتاً وآمناً وبذلك تحقق تراث نيوتون وان الظواهر التي كانت تظهر بأنها لا تنطبق على هذه الصورة التقليدية اصبحت قابلة للتفسير اذا ما استطاع واحد بذكائه علاجها / وبنفس الطريقة ايد العلماء مشاعر الجماهير واختلطوا بهم وشعروا بأن مطالب المجتمع من تبادل السلع وحرية انشاء المؤسسات وحرية التنقل والتجارة ان لم تكن قد تحققت فهي في طريقها الى ذلك / وان عصراً جديداً للتقدم الثقافي والمادي اصبح في متناول ايديهم وكانت هناك لا شك غيوم في السماء : مشاكل العمال وزيادة رهيبة في المعدات العسكرية ولكن بالفكر الثاقب والايمان العميق بأن من مصلحة كل فرد قيام اقتصاديات رأسمالية في جو من السلام والوفاق كان الأمل في انقشاع تلك الغيوم / وشعروا بأن المستقبل في حاجة الى تضخيم بل امتداد غير شيق للماضي / كان مصير التوقعات سواء في العلوم أو المجتمع هو اليأس بالطريقة التي نعرفها اليوم حق المعرفة / وكما سنرى في الفصول القادمة من هذا الكتاب ان القرن الحاضر كان لا بد وان يجد طريقاً بل طرقاً واسعة وجديدة للعلوم والمجتمع ./

جدول ٥

العلم والرأسمالية (الفصلان الثامن والتاسع)

في هذا الجدول الذي يشمل القرنين الثامن والتاسع عشر عرضاً منظماً للتطور العلمي والتكنولوجي / تشمل الأعمدة الثلاثة الأول التقدم السياسي والثقافي والاقتصادي اما العمود الأوسط فيشمل الانجازات الهندسية والمكيانيكية التي ادت من ناحية الى اختراع الآلة البخارية والآلات النصف أوتوماتيكية / ومن ناحية اخرى النظريات العامة للقرن التاسع عشر قبل حفظ الطاقة والديناميكا الحرارية ، اما العمود الرابع فخصص للكهرباء التي انارت النظرية الكيميائية واذا ما اقترب القرن العشرون اصبحت مسؤولة عن التلغراف والنور الكهربائي في خدمة التجارة والصناعة ،

في العمود الخامس يمكن تتبع الثورة في الهواء المضغوط للقرن الثامن عشر وكذلك بزوغ فجر الكيمياء العضوية في القرن التاسع عشر وكلاهما كانا مرتبطين بتطور الصناعات الكيميائية واخيراً في مجال العلوم البيولوجية والجيولوجية يمكننا تتبع أول محاولة لتصنيف الكائنات الحية بواسطة لينيس ثم ظهور نظرية التطور لدارون ،

الملاحظـــات

(*)(١) تغير طفيف في الوسائل الزراعية ـ زراعة الأعلاف كالبرسيم الحجازي لحفظ عدد اكثر من المواشي والأغنام خلال الشتاء ـ كان السبب الرئيسي لنجاح اقتصاديات عصر النهضة . ربما جاءت الفكرة من الشرق في القرن الرابع عشر الى لومباردي حيث اندمجت مع طريقة الري في مقاطعات الملاك الأثرياء . وعندما انتقلت هذه الطرق الى البلاد الواطئة في القرن السادس عشر بطريقة محسنة كانت بالتأكيد رأسمالية . وفي نهاية القرنين السابع والثامن عشر عندما وصلت هذه الطرق بريطانيا كانت الأسس التي قامت عليها الثورة الزراعية والتي كانت عماد الثورة الصناعية .

(*)(٢) المعروف الآن ان كوبرنيكوس توصل الى عدة ملاحظات فلكية غير صحيحة بنى عليها نظامه ولذلك لم يكن هذا النظام أحسن من الأنظمة التي هاجمها . كان نظامه مبنياً على اسس ضعيفة وليست عملية وايضاً لم ير نتائج الأراء الحديثة التي وضعها . كل ذلك يمكن السماح به ولكن حتى كوبرنيكوس كان فلكياً ضعيفاً كما كان كولمبس بحاراً ضعيفاً ولكن المهم في كل من الرجلين هو روح الابتكار التي حملاها وعملا بها . هذه هي ملامح عصر النهضة التي تميزه عن العصور المتوسطة .

(*)(٣) هذه شذرات امكنني التقاطها من أعمال ستورتيفانت كشخص متعدد المواهب ولكن غير متزن ، فنجده يعطي نصيحة أخلاقية للأمير هنري ويحاول دون فائدة بيع سر سلاح الى الملك جيمس في نفس الوقت . وفي نفس الطريق الذي سلكه نابير Napier . كتب ستورتيفانت كتاباً عن سيدنا آدم Debre Adam وفيه استنبط طريقة ميكانيكية لتعليم اللغات وزعم أنها هي الطريقة التي استخدمها آدم لتسمية كل الحيوانات بأسمائها العبرية في يوم واحد ، ومع ذلك فهي تعتبر ادراك مسبق للترجمة الألكترونية وحاسبات الأيام الحاضرة .

(*)(٤) تستحق حياة كبلر وأعماله معاملة أطول واعمق من المعاملة التي استعملتها هنا . كان على الانسان ان يعايش فترات الأضطراب خلال القرن العشرين ليستطيع تقدير المعاناة التي قابلها ابان حرب الثلاثين . كان عليه ان يعمل في عزلة وخاصة من غيره من العلماء وان يكون على اتصال مباشر مع العقل الكبير في ذلك الوقت جاليليو الذي كان يرفض مجهوداته بجفاء . كان كبلر رياضياً عظيماً ويمكن اعتباره احد مؤسسي حساب التكامل .

(*)(٥) بليس باسكال Plaise Pascal (١٦٢٣ ـ ١٦٦٢) كان ابناً لموظف حكومي واحد مثقفي هذا العصر٤-٩٩ ، ١١٠ أظهر باسكال الصغير نضوجاً عقلياً مبكراً أولاً في الرياضيات حيث اكتشف ما

يسمى بنظرية باسكال على الأشكال السداسية في المقاطع المخروطية وهي اساسيات الهندسة الوصفية ثم عرج اخيراً على الفيزياء ، وطُلب منه اجراء التجربة الفاصلة وهي تأثير الارتفاع على البارومتر في مرصد Puy de Domeome في موطنه Auvergne ولكنه لم يستطع اجراءها بنفسه حيث لا يوجد في باريس بناء عال بدرجة تؤثر على البارومتر .

لمساعدته في حسابات الضرائب اخترع عدداً من الآلات الحاسبة التي تعتبر أصل الآلات الحاسبة الحديثة / وبجانب ملكاته الرياضية والفلسفية كان باسكال مديراً لعمليات تجارية / ورجل أعمال من الطراز الأول ، فقد انشأ المعمل الذي كان ينتج آلاته الحاسبة ، ويعتبر ذلك مجهوداً جباراً ، وفي عام ١٦٦٢ انشأ في باريس أول شركة لتسيير الأوتوبيسات في العالم (كانت الأرباح تصرف على الأعمال الخيرية) وحاول انشاء مثيل لها في لندن وامستردام / وفي عام ١٦٥٤ حدث تغيير كبير في حياته عندما التحق بجماعة الجانسيتست وهم طائفة متزمتة من الكاثوليك وكانوا ينادون بتبسيط الطقوس الدينية واخذ يدافع عن هذا المبدأ وألف في ذلك كتابه « خطابات من الريف Lettres provinaoales (١٦٥٦ ـ ١٦٥٧)/ ومنذ تحوله انسحب تدريجياً من الوسط العلمي والمجتمع ووهب نفسه للتأملات الفلسفية والدينية ووضع اسس نظرية الأحتمالات من دراسته للمراهنات واستعمالها لطرح « مراهنة باسكال » / وتعني انه مهما كانت الحقائق الدينية غير معقولة فيجب الأيمان بها لأن ثواب الخلود في السموات كافياً لمكافأة المؤمنين /

عاش باسكال بقية حياته متقشفاً ومتأملاً ومعتكفاً ولكن كتابه التأملات «Pensées» الذي نشر بعد مماته جعله احد الفلاسفة الفرنسيين العباقرة .

(*)(٦) كان جون هاريسون واخيه جيمس صناع ساعات في لنكولنشير . اظهرا عبقرية ليس فقط في التصميم بل في اختبار المواد التي ساعدتهم على حل المشكلة التي حيرت جميع صناع الساعات في وقت كانت هذه الصناعة من أدق الصناعات الميكانيكية بجانب انها كانت هواية المثقفين. كان لويس السادس عشر من هواة عمل الساعات. وجد هاريسون ان صناعة ساعة دقيقة ابسط بكثير من عمل يتناول منه اجزاً لحساب البحرية. وفي الحقيقة لم يستطع هاريسون تحقيق ذلك بدون مساندة الملك جورج الثالث الذي اسيء الى سمعته لضعفه في المعلومات العلمية. لم تكن مساندته لهاريسون في هذا المجال فقط بل ساعده على اقامة مرصداً خاصاً وفيه استطاع هرشل Herschel ان يكتشف كوكبه الجديد اورانيس ويضع تخطيطاً لأول فكرة عن المجرة.

(*)(٧) دارت مناقشات حامية بين ليبنز Leibinz واتباع نيوتون بين عامي ١٧٠٥، ١٧١٦ وانتهت بنشر المراسلات بين صمويل كلارك Samuel Clark (١٦٧٥ ـ ١٧٢٩) وليبنز . كان كلارك تابعاً من اتباع نيوتون المتحمسين وكان لاهوتياً في التفكير ومنع من ان يكون رئيساً لاساقفة كانتربري وذلك بناء على ملاحظة من الأسقف لنكولن الى الاميرة كارولين بأن كلارك كان اكثر الناس ثقافة وأمانة في منطقته ولكن عيبه الوحيد انه ليس مسيحياً كانت الخصومة اساسها اعمال نيوتون ونظرياته حول تضاؤل الأفكار الدينية بسبب نظرته الى الفضاء وضعف احساسه بوجود الخالق . كان لهذا الجدل نتيجتين الأولى لاهوتية ـ سياسية والأخرى علمية ـ فلسفية . حاول اصحاب الرأيين اثبات

ان فلسفة نيوتون لا تتعارض ولا تضر أركان الحكم في الدولة ولكن اشتم ليبنز فيها رائحة الثورة ولذلك عارضها لنفس الأسباب التي دعت فولتير لأحتضانها .تحول الجدل بمضي الوقت الى طبيعة القوى الخفية كالجاذبية . وهنا كانت اشد معارضة لليبنز في ذلك الوقت ولكن مناقشاته الحاسمة كانت جزءاً من المناقشات التقليدية التي الهمت اينشتين وادانت نظرية نيوتون .

(*)(٨) استعمل الأستاذ دنجل Dingle هذه العبارة لينقض رسالة عن التشابه بين الاقتصاديات ومذهب الايديولوجيا (عقائدي) والذي عارضها وهاجمها بأنها في نفس الوقت غامضة وغير صحيحة . وتساءل اذا كان نظام نيوتون اصبح ديناميكياً بدلاً من ان يكون ستاتيكياً كما كان يعتقد الأغريق في القرون الوسطى منطبقاً على الرأسمالية فما الذي ينطبق على رجوع اينشتين الى الستاتيكية في القرن العشرين ؟ بالنسبة اليه يقول « يجب علينا اذاً في هذه الأيام الرجوع الى نظام هيراطيقي ثابت ليعرف الأنسان مكانه منه » وهنا يجب عليّ ان اشكر الأستاذ دنجل لتقديمي مع زميل تركي : ان سمات التقدم العلمي في القرن العشرين هي الأفكار الهامة التي تفهم بالاستدلال وليس الدلالات الواضحة بالمفهوم الرياضي وباللغة الدارجة هي طريق العلاقات التي تربط أي شيء بأي شيء آخر . فقديماً كانت الجمعيات توجه أو تدار من خلال صفقات تجارية عددية هي عبارة عن معاملات بين تجار منفصلين . اما اليوم فطبيعة الحياة الصناعية الحديثة معقدة ومتشعبة بين هيئات تفرض على الزمن النظام الاشتراكي ، وهذا يعني مظهراً جديداً للعلم . واليوم يصف الاستاذ دنجل هذه الاتصالات بالغموض ، ومعنى ذلك انها لا يمكن ان توصف بتعريفات محددة أو اقوال صريحة . وبهذه النظرة تكون جميع الوقائع التاريخية ابعد من مجرد (سردها) وكذلك جميع العلوم الاجتماعية غامضة ، ومن ناحية اخرى توصف بأنها ذات معنى حقيقي وان طرق التفكير العامة تنتقل من المجال العلمي الى المجال الاجتماعي ، والعكس صحيح ، وان قيمة ذكرها هي ان يتفهم المرء ما يعمل وما يفكر فيه .

/ (*)(٩) كان الغرض من انشاء الأكاديميات الألمانية الناحية التجريبية اكثر مما تدل عليه هذه الملاحظات . ظهر ذلك جلياً من دراسة الموارد الطبيعية وخاصة المعادن في كل نشراتهم . وفي سبيل احياء اللغة الألمانية لم يشأ ليبنز ان يقلل من شأنهم بل تنبأ ببصيرته الطريق الأساسي للتطور عندما قال « كانت المانيا دائماً متفوقة في التعدين ولذلك يجب عليها ان تكون هي أم الكيمياء » وخلال القرن الثامن عشر كرس النبلاء والكتّاب داخل وخارج الأكاديميات انفسهم لتقدم الزراعة والصناعة ولم يكن ذلك مانعاً من ممارستهم للأعمال الفنية فواحدة من ارق القصائد الغنائية العاطفية صيغت أثناء احدى دورات التفتيش على المناجم ./

/ (*)(١٠) كقاعدة عامة إن أي انتاج أو طريقة جديدة في خطواتها الأولى لكي يكتب لها النجاح يجب ان تزداد زيادة مطردة تتناسب مع حجمها بحيث تتضاعف بعد كل فترة من الزمان . ومن مقاييس الثورة ان فترات التضاعف في الأنتاج تكون عادة اقصر من التضاعف في الأجيال البشرية وهذا ينطبق على سلع كالفحم والقطن والحديد والطاقة البخارية في الثورة الصناعية حيث كانت فترات تضاعف الأنتاج ٢٠ ،٦، ١٠ ، ١٦ عاماً على التوالي . اما سرعات التطور البطيء فتحدث تغيرات يلاحظها رجال التاريخ ، ومن الطبيعي ان سرعة النمو لا

النمو لا يمكن ان تستمر الى ما لا نهاية، وعندما يصل الانتاج الى نقطة التشبع يبدأ في النقصان الى ان يصل الى لا شيء»، ومن ناحية اخرى عند ظهور انتاج جديد بوفرة وبسرعة فإن الانتاج القديم سواء كان في ازدياد أو في نقصان مصيره الى النهاية المحتومة، وكما بين بريس Price ان قانون الازدياد المطرد ينطبق على المعلومات نفسها مقاساً بعدد الدوريات المنشورة٥-٩٣، ان الثورة العلمية الحاضرة تتميز بأنها تتضاعف كل عشر سنوات. اما النتيجة النهائية التي توصل اليها بريس ان ذلك لا يمكن ان يستمر إلا اذا كان كل عالم هو في الحقيقة كذلك ولكن هذا يقتضي وقتاً طويلاً قبل ان يقرأ كل الناس هذه الدوريات.

(*)(١١) ومن المناطق الصناعية الباقية وست ريدنج West Reding وكانت تعتمد فيها الصناعة على صناعات المنسوجات القديمة، اما صناعات أدوات المائدة فجاءت متأخرة نوعاً في حركة الثورة الصناعية، اما منطقة سوث ويلز منضمة الى صناعات القصدير والنحاس في كورنوول ومناطق سيفرن بما فيها من مناجم فحم داربيس فكانت جميعها مناطق ثانوية وخاصة في تطور الآلة البخارية والصناعات الحديدية المعدنية.

(*)(١٢) محاولة قديمة لبيان نتائج القوى الناشئة بين الذرات جاءت على يدي روجر بوسكوفتش Roger Boscovich (١٧١١ - ١٧٧٨) وهو قسيس جزويتي من سنبتيا وكان يعلم الرياضيات في روما ٤-٣٧، ١٦٩ . وقد صاغ بنجاح « ان الذرات محاطة بمجالات من القوى الطاردة على ابعاد صغيرة واخرى جاذبة على مسافات كبيرة ويجب ان تكون طاردة وجاذبة بالتتابع على المسافات المتوسطة «هذه المجالات هي نفسها المجالات التي نعرفها اليوم بين الذرات ونستعمل نفس الأصطلاحات التي استخدمها بوسكوفيتش لوصفها ، وبالرغم من الأعتراف بقدراته كانت نظرياته معقدة جدا لتطبيقها على الأحصاءات المتاحة عشرات السنين بعد مماته وكذلك لم يكن له تأثير ملموس على سير العلم .

(*)(١٣) محاولة قديمة لبيان نتائج القوى الناشئة بين الذرات جاءت على يدي روجر بوسكوفتش Roger Boscovich (١٧١١ - ١٧٧٨) وهو قسيس جزويتي من سربيا، وكان يعلم الرياضيات في روما٤-٣٧، ١٦٩، وقد صاغ بنجاح «ان الذرات محاطة بمجالات من القوى الطاردة على ابعاد صغيرة واخرى جاذبة على مسافات كبيرة، ويجب ان تكون طاردة وجاذبة بالتتابع على المسافات المتوسطة» هذه المجالات هي نفسها المجالات التي نعرفها اليوم بين الذرات ونستعمل نفس الاصطلاحات التي استخدمها بووسكوفتش لوصفها، وبالرغم من الأعتراف بقدراته كانت نظرياته معقدة لتطبيقها على الأحصاءات المتاحة عشرات السنين بعد مماته ولذلك لم يكن له تأثير ملموس على سير العلم.

(*)(١٤) تشير اشعار الشاعر الانكليزي بليك Blacke الى الجانب الأسود للثورة الصناعية «طواحين الشيطان المعتمة» مع تطبيقات فلسفة نيوتون التي تؤدي الى الجحيم:

ادير عيناي على المدارس والجامعات في اوروبا
وهناك أرى منسج لوقا وخيوطه غاضبة كئيبة
تغتسل بمياه طواحين نيوتون سوداء ورثة

وفي اكاليل ثقيلة ملفوفة في كل الأوطان: اعمال قاسية
وطواحين كثيرة ارها طاحونة بدون طاحونة بأسنان حادة مستبدة
تدور بالضغط والاكراه ولكن ليست كطواحين عدن
طاحونة في قلب طاحونة تتحرك في حرية وتجانس وسلام

(*)(١٥) الفرد رسل والاس Alfred Russel Wallace وهو شريك مكتشف الانتخاب الطبيعي وكان أول عالم مشهور تمسك بالاشتراكية.

(*)(١٦) اشتكى الدكتور رشتر Richter من معهد Hahn Meitner هاهن ميتنر ببرلين انني لم اكن عادلاً في الحكم على الطب القديم ولكنني لا زلت مصراً على ملاحظاتي ولكن هناك أشياء أخرى لم اذكرها يمكن اخذها في الاعتبار/ إن دراسة الطب دور طويل وأكثر استدامة في تاريخ العلم./ ففي أول مراحله جاء ادعياء الطب وهم الرجال الذين كانوا يوفرون الصحة والحظ في الصيد والزراعة ومن هؤلاء انحدر ليس الأطباء فقط ولكن المنجمون وكذلك الشعراء والحكام/ وخلال القرون المتعاقبة بقيت قيمة الطبيب في المجتمع تعتمد على علمه وكان الأطباء هم أول فئة علمية يعانون بالمال ولكن لم يكن هذا نعمة خالصة/ ادخلت العلاقة الوثيقة بين الطب والفلك وخاصة أيام الأغريق الأراء المقدسة الوهمية كأوامر من السماء الى الانسان- العالم ككل أو الانسان كعالم صغير يمثل الكون./

/ كانت خبرة الأطباء العملية مقيدة بقيود شديدة تحد من خبرتهم في اطار نظريات ارسطو عن العناصر أو نظريات يانج ووين Yong& Yin الصينيان./ ونظرة الى احداث الماضي نرى ان النظرية الطبية كانت اكثر تشنجاً في طريق تقدم الطب من اللاهوت في طريق الفلك، ولكن كان للطبيب دوراً اساسياً ومصلحاً في اتصاله المباشر مع الناس وامراضهم، وكانت له الخبرة المتجمعة من مرضاه في عيادته الخاصة وتشخيصاته من وقت ارسطو وبعد ذلك/ فكان له بلا شك القدرة على تخفيف آلام المرضى حتى اذا لم يستطع شفاؤهم./

/ ومنذ العصور الوسطى اصبحت مهنة الطب من المهن المعترف بها في الجامعات واصبحت للطب كليات خاصة به كالقانون واللاهوت لتخريج الأطباء والمحامين ورجال الدين/ واذا كان للعلم دوراً صغيراً في تقدم الطب علماً وعملاً فقد ساهم الأطباء في هذا المجال بمنجزاتهم كأفراد في نمو وتطور العلوم الكيميائية والبيولوجية،/ وفقط في أواخر القرن التاسع عشر وخلال القرن الحالي تم ارتباط بين النظريات العلمية والتطبيقات الطبية وبذلك احتفل بقيام الطب العلمي في هذا العصر/

(*)(١٧) كان على العسكرية اليابانية إيجاد طريقة للانتقام في الحرب العالمية الثانية ولكن تتابع الأحداث بينتالهم ان بقاء واستمرار قوة العلم الياباني وكفاءته جاء عندما حرروا انفسهم من الاحتلال الأجنبي واضافة تلك المنجزات العظيمة للعلم الغير اوروبي وللعلوم في العالم كله./

(*)(١٨) وعلى ما يبدوا ان وات استخدم منظم السرعة فقط حيث وجده يعمل وقد اخترعه احد العاملين المجهولين في صناعة الطواحين لتنظيم دوران احجار طواحين الماء-٤١. ومنظم القوة الطاردة لا يمكن اعتباره نتاج العقل البشري بمقارنته بفاعلية الآلات الحاسبة، اما منظمات الآلات الدقيقة كالساعات فقد انجزت قبل ذلك. كان هذا المنظم أول اختراع يستعمل لتنظيم آلات القوى الميكانيكية.

(*)(١٩) ان فكرة تكافؤ الأشكال العديدة للطاقة وحفظها قديمة جداً فقد صاغها ليبنز عام ١٧١٥ في أول خطاباته التي هاجم فيها فلسفة «نيوتون»: «وبناء على اعتقادي ان نفس الطاقة وقوتها تبقى دائمة في هذا العالم ولكنها قد تتغير من حالة الى اخرى أو من مادة الى اخرى وهذا يوافق قوانين الطبيعة». ٤-٢٥ هذا المذهب الذي وضع في القالب اللاهوتي وبدون استخدام الآلة البخارية التي اعطته القيمة العملية كان سيبقى خاملاً لأكثر من قرن من الزمان.

اوضح لي الدكتور رشتر Richter ان حفظ الطاقة كما هي وليس تغيرها من شكل الى آخر مذكور في قانون الميكانيكا ولكن ما اصر عليه هذا هو تغير الطاقة من شكل الى آخر وهو العملة العالمية للطاقة «٥-٣

(*)(٢٠) ان فكرة المخارط لعمل المسامير اللولبية وغيرها ليست حديثة . ان ما كانت تؤديه الآلات في مطلع القرن التاسع عشر هو اعادة اختراع وملاءمة الأعمال المفيدة على الصلب وهي التي كان يقوم بها الفنانون والصناع المهرة في الصناعات الخشبية والعاجية والنحاسية في القرنين السادس والسابع عشر / لا يزال باقياً في الهرميتاج بلينينغراد مجموعة كاملة من الأعمال التي صنعة صناعة نصف آلية ومخارط استعملها بطرس الأكبر لصناعة الميدليات والشمعدانات الكبيرة.

(*)(٢١) ان فكرة اللَّيّ والتعليق استخدمها الصينيون منذ عهد اسرة تانج ولكن توصل اليها كولومب من الناحية المقابلة بدراسته لقوى المعادن للبحرية الفرنسية وقياس مقدار اللي الذي يستطع قطب من الصلب ان يتحمله كدليل على جودته.

(*)(٢٢) اعترض الدكتور رشتر على هذه المقارنة. وكتب يقول انه امتداد لعناصر تاريخ العلم ومقارنة الفلوجستون بنظرية الألكترون للتكافؤ. اود ان اشير ان غرضي هو عمل مقارنة شكلية بأن نظرية الفلوجستون جمعت كل ظواهر عمليات الأحتراق التي يظهر فيها فقدان شيء بدلاً من اضافته. ولو ان الفكرة فجة جداً بتحول الخشب الى رماد والرصاص الى ثفاية والحديد الى صدأ. كل ذلك يبين نفس الظاهرة ويحتاج الى حل موحد وهو الذي اعطته نظرية الفلوجستون. ولم أقصد بأن اتباع نظرية الفلجستون استطاعوا الحصول على كل المعلومات حول الألكترونات ومع ذلك فأتفاقهم على نظرية واحدة استطاع الفلوجستونيون ان يفكروا معاً في عدد كبير من التفاعلات الكيميائية واجراء العديد من التجارب لدراسة المعادن الجديدة كلما واينما ظهرت. والجدل الذي اثاره الدكتور رشتر يمكن ان يستخدم لبيان أن الأغريق لم يعرفوا شيئاً عن حقيقة الذرات التي اكتشفت بعد ذلك ولكن ذراته كانت فلسفية بقدر ما كانت مادية وفي الحقيقة كانت خطوة اساسية في اكتشاف وأعادة اكتشاف الذرة في القرن السابع عشر.

(*)(٢٣) كان لينيس مغرماً بهذه الزهرة الجميلة التي توجد في شمال السويد ولما منح رتبة النبيل عام ١٧٦١ وضعها على درع النبالة كما تعود ان يمسكها في كل صورة.

* (٢٤) هذه الاشارة الى كلود برنارد غير صحيحة. ولو ان اكتشافاته الفسيولوجية لم يكن لها تأثير يذكر حيث لم يكن لها تطبيقات عملية إلا انها كانت اساس الفسيولوجيا الحديثة وكذلك الكيمياء الحيوية التي قام بها بافلوف وهويكن. ليس هذا فقط ولكن مجلده «مقدمة في دراسة الطب التطبيقي» يبقى مثلاً نادراً لتحليل الوسائل العلمية بقلم واحد من اكبر العلماء المبدعين اكثر منه فيلسوفاً، وكلما تقدم الزمن ظهر تأثيره على العلم ومقدمه.

(*)(٢٥) وهنا كانت العبقرية الميكانيكية تفوق أي تقدم علمي بخصوص نمو النباتات. جاء النجاح الكبير للميكنة الزراعية عن طريق توفير اليد العاملة اكثر من زيادة المحصول. كانت زراعة المحاصيل في القرون الوسطى اساسها البقاء والعيش كما هي الآن في ثلثي بلاد العالم. لكي تجني محصولاً جيداً لا بد من توافر الأيدي العاملة بمناجلها وكذلك النساء لجمع المحصول ، وهؤلاء يجب ان يعيشوا طوال العام على احسن مستوى يريدون. ولكن العمليات الزراعية تستهلك معظم الكسب المتحصل من الأنتاج. وفي السنين الجيدة ينخفض مستوى الفلاحين في الفترة بين المحصولين اما في السنين الفقيرة فيموتون جوعاً.

تعطي الزراعة اليدوية زيادة مقدارها من ٥ـ١٠٪ من المحصول لاستهلاكها في المدن، من ناحية اخرى يمكن للزراعة بالميكنة ان تعطي ليس بالضرورة مثل هذه النسبة ولكن بيد عاملة أقل. ولهذا السبب يمكن خفض عدد العمال في المناطق الزراعية بنسبة ٥٪ وبزيادة المعلومات والمعرفة سوف تحل الميكنة الزراعية محل طرق الزراعة القديمة فسوف تقل اليد العاملة والجر بالأحصنة. وتصبح الزراعة التي تعتمد على المحراث طرازاً قديماً. وتحل الكيماويات محل المحراث بأن توضع في الأرض دون تقليبها، وسوف تختصر الطاقة التي تستخدم في العمليات الزراعية وسوف تعطى الأرض محاصيل أوفر.

بيلوغرافيا المجلد الثاني

الجزء (٤)

1. BUTTERFIELD, H., *The Origins of Modern Science*, 2nd ed., London, 1957
2. BOAS, M., *The Scientific Renaissance, 1450–1630*, London, 1962
3. CLARK, G. N., *Science and Social Welfare in the Age of Newton*, 2nd ed., Oxford, 1949
4. CLARK, G. N., *The Seventeenth Century*, Oxford, 1929
5. DOBB, M., *Studies in the Development of Capitalism*, London, 1946
6. HADYN, H., *The Counter-Renaissance*, New York, 1950
7. HALL, A. R., *The Scientific Revolution*, 2nd ed., London, 1962
8. HARVEY, W., *The Anatomical Exercises of William Harvey: De Motu Cordis 1628; De Circulatione Sanguinis 1649*, London, 1949
9. HUTTEN, E. H., *The Origins of Science, an Inquiry into the Foundations of Western Thought*, London, 1962
10. KOYRÉ, A., *La Révolution Astronomique*, Paris, 1961
11. KUHN, T. S., *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, London, 1957
12. KUHN, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, 1962
13. LYONS, Sir H., *The Royal Society 1660–1940*, Cambridge, 1944
14. NEF, J. U., 'The Genesis of Industrialism and of Modern Science (1560–1640)', *Essays in Honour of Conyers Read*, ed. N. Downs, Chicago, 1953
15. ORNSTEIN, M., *The Role of Scientific Societies in the Seventeenth Century*, Chicago, 1938
16. PLEDGE, H. T., *Science Since 1500*, London, 1940
17. SARTON, G., *The Appreciation of Ancient and Medieval Science During the Renaissance*, London, 1956
18. SMITH, P., *A History of Modern Culture*, 2 vols., London, 1930, 1940
19. WELD, C. R., *A History of the Royal Society*, 2 vols., London, 1848
20. WIGHTMAN, W. P. D., *Science and the Renaissance*, 2 vols., Edinburgh, 1962
21. WILLEY, B., *The Seventeenth Century Background*, London, 1934
22. WOLF, A., *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, 2nd ed., London, 1950

23. AGRICOLA, G., *De Re Metallica*, trans. H. C. and L. H. Hoover, London, 1912
24. ALBERTI, L. B., *Trattato della Pittura*, Milan, 1804
25. ALEXANDER, H. G., *The Leibniz–Clarke Correspondence*, Manchester, 1956
26. ANDRADE, E. N. DA C., *A Brief History of the Royal Society*, London, 1960
27. ANDRADE, E. N. DA C., *Isaac Newton*, London, 1950
28. ANTAL, F., *Florentine Painting and its Social Background*, London, 1947

29. ARMITAGE, A., *Copernicus the Founder of Modern Astronomy*, London, 1938
30. BACON, F., *The Works of Francis Bacon*, ed. J. Spedding, R. L. Ellis, and D. D. Heath, 14 vols., London, 1857–74
31. BELL, A. E., *Christian Huygens and the Development of Science in the Seventeenth Century*, London, 1947
32. BELON, P., *L'Histoire de la Nature des Oyseaux*, 7 vols., Paris, 1553
33. BERNAL, J. D., *The Social Function of Science*, London, 1939
34. BERNAL, J. D., 'Leonardo da Vinci', *Labour Monthly*, vol. 34, 1952
35. BISHOP, W. J., *The Early History of Surgery*, London, 1960
36. BOAS, M., *Robert Boyle and Seventeenth Century Chemistry*, Cambridge, 1958
37. BOSCOVICH, R. J., *A Theory of Natural Philosophy*, London, 1922
38. BRECHT, B., *The Life of Galileo*, London, 1960
39. BOURNE, W., *A Regiment for the Sea*, London, 1592
40. BOYLE, Hon. R., *The Works of the Honourable Robert Boyle*, London, 1744
41. BROWN, H., *Scientific Organizations in Seventeenth-Century France (1620–1680)*, Baltimore, 1934
42. BULLEN, A. H., *Elizabethans*, London, 1924
43. BURCKHARDT, J., *The Civilization of the Renaissance in Italy*, London, 1944
44. BURTT, E. A., *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, London, 1925
45. BUSH, J. N. D., *Science and English Poetry*, Oxford, 1950
46. CARSWELL, J., *The South Sea Bubble*, London, 1960
47. CASPAR, M., *Kepler*, trans. and ed. C. D. Helman, London, 1959
48. CHAMBERS, R. W., *Thomas More*, London, 1935
49. CLARK, Sir G. N., *War and Society in the Seventeenth Century*, Cambridge, 1958
50. COHEN, I. B., 'Neglected Sources for the Life of Stephen Gray (1666 or 1667–1735)', *Isis*, vol. 45, 1954
51. CREW, H., *The Rise of Modern Physics*, Baltimore, 1928
52. CROMBIE, A. C., *Robert Grosseteste*, Oxford, 1953
53. CROWTHER, J. G., *Founders of British Science: Wilkins, Hooke, Boyle, Ray, Wren, Newton*, London, 1960
54. CROWTHER, J. G., *Francis Bacon. The First Statesman of Science*, London, 1960
55. CROWTHER, J. G., *Six Great Astronomers*, London, 1961
56. DEBENHAM, F., *Discovery and Exploration. An Atlas–History of Man's Journeys into the Unknown*, London, 1960
57. DE SANTILLANA, G., *The Crime of Galileo*, London, 1958
58. DESCARTES, R., *Discourse on Method* (Everyman), London, 1949
59. DESCARTES, R., *Geometria*, Leyden, 1649
60. DIBNER, B., *Leonardo da Vinci*, New York, 1946
61. DUGAS, R., *Histoire de la Mécanique*, Neuchâtel, 1950
62. ERNOUF, A. A., *Denis Papin*, Paris, 1874
63. 'ESPINASSE, M., *Robert Hooke*, London, 1956
64. FAHIE, J. J., *Galileo: His Life and Works*, London, 1903
65. FARRINGTON, B., *Francis Bacon, Philosopher of Industrial Science*, London, 1951
66. FELDHAUS, F. M., *Leonardo: der Techniker und Erfinder*, Jena, 1913
67. FOSTER, Sir M., *Lectures in the History of Physiology during the Sixteenth, Seventeenth, and Eighteenth Centuries*, Cambridge, 1901
68. FRANKLIN, K. J., *William Harvey, Englishman, 1578–1657*, London, 1961
69. GALILEI, G., *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems – Ptolemaic and Copernican*, trans. S. Drake, London, 1962

70. GALILEI, G., *Dialogues Conserning Two New Sciences*, trans. H. Crew and A. de Salvio, New York, 1914
71. GALILEI, G., 'The Sidereal Messenger', extracts in *The Autobiography of Science*, ed. F. R. Moulton and J. J. Schifferes, 2nd ed., London, 1963
72. GALILEI, G., *The System of the World*, trans. T. Salusbury, London, 1661
73. GASSENDI, P., *Opera Omnia*, 6 vols., Lyons, 1658
74. GESNER, C., *Historiae Animalium*, 4 vols., Zurich, 1551–8
75. GILBERT, W., *De Magnete*, ed. S. P. Thompson, London, 1901
76. GILLISPIE, C. C., *The Edge of Objectivity: an Essay in the History of Scientific Ideas*, Oxford, 1960
77. GINSBERG, M., *The Idea of Progress*, London, 1953
78. GLANVILL, J., *Plus Ultra*, London, 1668
79. GRESHAM COLLEGE, *An Account of Rise, etc., of Gresham College*, London, 1707
80. HAKLUYT SOCIETY, *A Regiment for the Sea and Other Writings on Navigation*, by W. Bourne, ed. E. G. R. Taylor, Cambridge, 1963
81. HAKLUYT SOCIETY, *Select Documents Illustrating the Four Voyages of Columbus*, ed. C. Jane, series II, vol. 65, London, 1930
82. HALL, A. R., *Ballistics in the Seventeenth Century*, London, 1952
83. HARTLEY, H. (ed.), *The Royal Society – Its Origins and Founders*, London, 1960
84. HARVEY, G., *Letter-Book of Gabriel Harvey*, ed. E. J. L. Scott, London, 1884
85. HILL, C., and DELL, E., *The Good Old Cause: The English Revolution of 1640–60*, London, 1949
86. HILL, J., *Review of the Work of the Royal Society of London*, London, 1760
87. HOBBES, T., *Leviathan*, ed. M. Oakeshott, Oxford, 1946
88. HOOKE, R., *The Diary of Robert Hooke*, ed. H. W. Robinson and W. Adams, London, 1935
89. HOOKE, R., *Micrographia*, London, 1665
90. HUMBERT, P., *L'Oeuvre Scientifique de Blaise Pascal*, Paris, 1947
91. HUYGENS, C., *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, 22 vols., The Hague, 1888–1950
92. JOHNSON, F. R., *Astronomical Thought in Renaissance England*, Baltimore, 1937
93. JOHNSON, F. R., 'Gresham College', *Journal of the History of Ideas*, vol. I, 1940
94. JOHNSON, S., *Lives of the English Poets*, 2 vols., London, 1906
95. JONES, R. F., *Ancients and Moderns: A Study of the Rise of the Scientific Movement in Seventeenth Century England*, 2nd ed., Washington, 1961
96. JONES, R. F., *The Seventeenth Century*, Stanford, California, 1951
97. JONES, R. F., *The Triumph of English Language*, London, 1953
98. KING, H. C., *The History of the Telescope*, London, 1955
99. KEPLER, J., *Opera Omnia*, ed. C. Frisch, Frankfurt, 1858–71
100. KOESTLER, A., *The Sleepwalkers*, London, 1959
101. KOYRÉ, A., *Études Galiliennes*, Paris, 1939
102. LOVEJOY, A., *The Great Chain of Being*, Cambridge, Mass., 1936
103. MCCURDY, E., *The Mind of Leonardo da Vinci*, London, 1932
104. MASSON, F., *Robert Boyle: A Biography*, London, 1914
105. MAYOW, J., *Medico-Physical Works*, Oxford, 1926
106. MERSENNE, M., *Correspondence du M. Mersenne*, ed. C. de Waard, 3 vols., Paris, 1945–6
107. MERTON, R. K., *Science, Technology, and Society in the Seventeenth Century*, Bruges, 1938

108. MEYER, R. W., *Leibnitz and the 17th Century Revolution*, trans. J. P. Stern, Cambridge, 1952
109. MILTON, J., *Areopagitica*, ed. J. W. Hales, London, 1949
110. MORTIMER, E., *Blaise Pascal*, London, 1959
111. NEEDHAM, J. (ed.), *The Teacher of Nations: Comenius*, Cambridge, 1942
112. NEF, J. U., *The Rise of the British Coal Industry*, 2 vols., London, 1932
113. NEWTON, I., *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull, 3 vols., Cambridge, 1960–61
114. NEWTON, I., *The Mathematical Principles of Natural Philosophy* (Motte's translation revised by F. Cajori), Berkeley, California, 1947
115. NEWTON, I., *Opticks*, London, 1704
116. NICOLSON, M. H., *The Breaking of the Circle*, Evanston, Illinois, 1950
117. NORMAN, R., *The Newe Attractive*, London, 1581
118. OLSCHKI, L., *Genius of Italy*, London, 1950
119. PAGEL, W., 'A Background Study to Harvey', *Medical Bookman and Historian*, vol. 2, p. 407
120. PATTERSON, L. D., 'Hooke's Gravitation Theory and its Influence on Newton', parts I and II, *Isis*, vols. 40 and 41, 1949 and 1950
121. PELISSON-FONTANIER, P., *The History of the French Academy*, trans. H. S., London, 1657
122. PILKINGTON, R., *Robert Boyle: Father of Chemistry*, London, 1959
123. POLVANI, G., 'L'Invention de la Pile', *Revue d'Histoire de Sciences*, vol. 2, 1949
124. PURVER, M., and BOWEN, E. J., *The Beginning of the Royal Society*, Oxford, 1960
125. RABELAIS, F., *Works*, Navarre Society, London, 1948
126. RANDALL, J. H., *The School of Padua and the Emergence of Modern Science*, Padova, 1961
127. REY, J., *The Essays of Jean Rey*, ed. D. McKie, London, 1951
128. ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 'Nicolaus Copernicus, De Revolutionibus, Preface and Book I' (trans. J. P. Dobson, assisted by S. Brodetsky), *Occasional Notes*, no. 10, May, 1947
129. ROYAL SOCIETY, *Newton Tercentenary Celebrations*, Cambridge, 1947
130. SARTON, G., *Six Wings: Men of Science in the Renaissance*, London, 1958
131. SCIENCE AT THE CROSS ROADS, Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology, by delegates of the USSR, London, 1931
132. SHERRINGTON, Sir C. S., *The Endeavours of Jean Fernel*, Cambridge, 1946
133. SHERRINGTON, Sir C. S., *Man on His Nature*, Cambridge, 1940
134. SIGERIST, H. E., *Four Treatises of Theophrastus von Hohenheim called Paracelsus*, Baltimore, 1941
135. SINGER, C., *The Earliest Chemical Industry*, London, 1948
136. SINGER, D. W., *Giordano Bruno, His Life and Thoughts*, London, 1950
137. SMITH, C., and GNUDI, M. T., *The Pirotechnia of Vanoccio Biringuccio*, New York, 1941
138. SPINOZA, B. DE, *Tractatus Theologico-politicis*, trans. R. H. M. Elwes, London, 1895
139. SPRAT, T., *The History of the Royal Society of London*, London, 1667
140. SPRAT, T., *History of the Royal Society*, ed. W. H. Jones, J. T. Copeland, London, 1959
141. STENO, N., [Canis Carcharix Dissectum Caput], *The Earliest Geological Treatise (1667)*, trans. A. Garb, London, 1959

142. STILLMAN, J. M., *Theophratus Bombastus von Hohenheim called Paracelsus*, Chicago, 1920
143. STIMSON, D., *Scientists and Amateurs: A History of the Royal Society*, London, 1949
144. STRAKER, E., *Wealden Iron*, London, 1931
145. STURTEVANT, S., 'Metallica' (1612), *Supplement to the Series of Letters Patent, etc. (1617–1852)*, vol. I, London, 1858
146. SYFRET, R. H., 'The Origins of the Royal Society', *Notes and Records of the Royal Society of London*, vol. 5, 1948
147. TAWNEY, R. H., *Religion and the Rise of Capitalism*, London, 1927
148. TAYLOR, E. G. R., *Late Tudor and Early Stuart Geography 1583–1650*, London, 1934
149. TAYLOR, E. G. R., *The Mathematical Practitioners of Tudor and Stuart England*, Cambridge, 1954
150. TAYLOR, E. G. R., *Tudor Geography 1485–1583*, London, 1930
151. TAYLOR, F. S., *Galileo and the Freedom of Thought*, London, 1938
152. THORNDIKE, L., *A History of Magic and Experimental Science*, 8 vols., New York, 1923–58
153. TILLYARD, E. M. W., *The Elizabethan World Picture*, London, 1943
154. TURNBULL, H. W., *The Great Mathematicians*, 4th ed. rep., London, 1962
155. TURNBULL, G. H., *Hartlib, Dury and Comenius*, Liverpool, 1847
156. TURNER, D. M., *Makers of Science. Electricity and Magnetism*, Oxford, 1926
157. UNWIN, G., *Industrial Organization in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, Oxford, 1904
158. VAN DEUSEN, N. C., *Telesio, the First of the Moderns*, New York, 1932
159. VAVILOV, S. I., *Isaac Newton*, Vienna, 1948
160. VESALIUS, A., *De Humani Corporis Fabrica*, Basle, 1543
161. VESPUCCI, A., *Letters of A. Vespucci*, ed. C. R. Markham, 1894
162. VICO, G. B., *The New Science of Giambattista Vico*, trans. T. G. Bergin and M. H. Fisch, New York, 1948
163. VICO, G. B., *The Autobiography of Giambattista Vico*, trans. T. G. Bergin and M. H. Fisch, New York, 1944
164. VINCI, LEONARDO DA, *The Notebooks of Leonardo da Vinci*, ed. E. McCurdy, 2 vols., London, 1938
165. VINCI, LEONARDO DA, *Paragone*, London, 1949
166. VIVES, J. L., *On Education*, trans. F. Watson, Cambridge, 1913
167. WARD, J., *The Lives of the Professors of Gresham College*, London, 1740
168. WHITTAKER, E. T., *A History of the Theories of the Ether and Electricity*, vol. 1, London, 1951
169. WHYTE, L. L. (ed.), *Roger Joseph Boscovich, S.J., F.R.S., 1711–1787*, London, 1961
170. WINSTANLEY, G., *Selections from His Works*, ed. L. Hamilton, London, 1944
171. WRIGHT, L. B., *Middle-Class Culture in Elizabethan England*, Oxford, 1935

الجزء (٥)

1. ASHTON, T. S., and SYKES, J., *The Coal Industry of the Eighteenth Century*, Manchester, 1929
2. ASHTON, T. S., *Iron and Steel in the Industrial Revolution*, Manchester, 1924
3. BERNAL, J. D., *Science and Industry in the Nineteenth Century*, London, 1953
4. CLOW, A. and N., *The Chemical Revolution*, London, 1952
5. CROWTHER, J. G., *British Scientists of the Nineteenth Century*, London, 1935
6. CROWTHER, J. G., *Famous American Men of Science*, London, 1937
7. CROWTHER, J. G., *Scientists of the Industrial Revolution*, London, 1962
8. DICKINSON, H. W., *A Short History of the Steam Engine*, Cambridge, 1939
9. HOBSBAWM, E. J., *The Age of Revolution*, London, 1962
10. MANTOUX, P., *The Industrial Revolution in the Eighteenth Century*, London, 1931
11. WILLEY, B., *The Eighteenth Century Background*, London, 1940
12. WOLF, A., *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century*, 2nd ed., London, 1952

13. ACADEMY OF SCIENCES, USSR, *220 let Akademii Nauks SSR*, Moscow, 1945
14. APPERT, C., *L'Art de Conserver Pendant Plusieurs Années Toutes les Substances Animales et Végétales*, Paris, 1810
15. ARMYTAGE, W. H. G., 'The Royal Society and the Apothecaries 1660–1722', *Notes and Records of the Royal Society*, vol. II, 1954, p. 33
16. BABBAGE, C., *Passages from the Life of a Philosopher*, London, 1864
17. BABBAGE, C., *Reflections on the Decline of Science in England*, London, 1830
18. BAILEY, Sir E., *Charles Lyell*, London, 1962
19. BAINES, Sir E., *History of the Cotton Manufacture in Great Britain*, London, 1835
20. BEER, G. R. DE, *Sir Hans Sloane and the British Museum*, London, 1953
21. BERNAL, J. D., *The Freedom of Necessity*, London, 1949
22. BERNARD, C., *An Introduction to the Study of Experimental Medicine*, trans. H C. Greene, New York, 1949
23. BURNS, C. D., *A Short History of Birkbeck College*, London, 1924
24. BURSTALL, A. F., *A History of Mechanical Engineering*, London, 1963
25. CARNOT, S., *Sur la Puissance Motrice du Feu*, Paris, 1824
26. CARSWELL, J., *The Prospector*, London, 1950
27. CHEVALIER, J., *Le Creusot*, Paris, 1946
28. CRAMP, W., *Michael Faraday and Some of His Contemporaries*, London, 1931
29. CROWTHER, J. G., *Six Great Doctors*, London, 1957
30. CROWTHER, J. G., *The Story of Agriculture*, London, 1958
31. CRUMP, W. B. (ed.), *The Leeds Woollen Industry, 1780–1820*, Leeds, 1931
32. DANILEVSKII, V. V., *Russkaya Tekhnika*, Moscow, 1948
33. DARWIN, C. R., *The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom*, London, 1876
34. DARWIN, C. R., *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, London, 1872
35. DARWIN, C. R., *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms*, London, 1881
36. DARWIN, C. R., *A Naturalist's Voyage*, London, 1860
37. DARWIN, C. R., *The Origin of Species*, London, 1859

38. DE BEER, G., *The Sciences Were Never at War*, London, 1960
39. DICKENS, C., *Hard Times*, London, 1854
40. DICKINSON, H. W., *James Watt*, Cambridge, 1936
41. DICKINSON, H. W., *Matthew Boulton*, Cambridge, 1937
42. DICKINSON, H. W., and TITLEY, A., *Richard Trevithick*, Cambridge, 1934
43. DUBOS, R. J. W., *Louis Pasteur*, London, 1951
44. EASTWOOD, W., *Science and Literature*, London, 1957
45. ENGELS, F., *The Condition of the Working Class in England in 1844*, London, 1892
46. FARADAY, M., *Experimental Researches in Electricity*, 3 vols., London, 1855
47. FARADAY, M., *Faraday's Diary*, ed. T. Martin, 8 vols., London, 1932–6
48. GALTON, Sir F., *Hereditary Genius*, London, 1869
49. GEDDES, P., *Cities in Evolution*, London, 1915
50. GIEDION, S., *Mechanization Takes Command*, Oxford, 1948
51. GILLAM, J. G., *The Crucible: The Story of Joseph Priestley, LLD, FRS*, London, 1954
52. GILLISPIE, C. C., *Genesis and Geology*, Harvard, 1951
53. GOURLIE, N., *The Prince of Botanists: Carl Linnaeus*, London, 1953
54. HABAKKUK, H. J., *American and British Technology in the Nineteenth Century*, Cambridge, 1962
55. HADFIELD, Sir R. A., *Faraday and His Metallurgical Researches*, London, 1931
56. HAMMOND, J. L. and B., *The Town Labourer, 1760-1832*, London, 1917
57. HAMMOND, J. L. and B., *The Village Labourer, 1760–1832*, London, 1912
58. HART, I. B., *James Watt and the History of Steam Power*, London, 1958
59. HARTOG, Sir P., 'Joseph Priestley and his Place in the History of Science', *Proceedings of the Royal Institution of Great Britain*, April, 1931
60. HOBSON, J. A., *The Evolution of Modern Capitalism*, London, 1930
61. HOWARTH, O. J. R., *The British Association for the Advancement of Science (1831–1931)*, London, 1931
62. HOWARTH, O. J. R. (ed.), *London and the Advancement of Science*, London, 1931
63. HUXLEY, T. H., *Science and Education*, London, 1925
64. JACKSON, B. D., *Linnaeus*, London, 1923
65. JOSEPHSON, M., *Edison: a Biography*, London, 1961
66. KENT, A. (ed.), *An Eighteenth Century Lectureship in Chemistry*, Glasgow, 1950
67. KNOWLES, L. C. A., *The Industrial and Commercial Revolution in Great Britain During the Nineteenth Century*, London, 1941
68. LAGRANGE, J. L., *Mécanique Analytique*, Paris, 1788
69. LARGE, E. C., *The Advance of the Fungi*, London, 1940
70. LAVOISIER, A. L., *Oeuvres*, 6 vols., Paris, 1864–93
71. LYELL, C., *Principles of Geology*, 3 vols., 1830–33
72. MACH, E., *The Science of Mechanics*, 5th ed., London, 1942
73. MCKENDRICK, J. G., *Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz*, London, 1899
74. MCKIE, D., *Antoine Lavoisier*, London, 1952
75. MCKIE, D., and HEATHCOTE, H. N. DE V., *The Discovery of the Specific and Latent Heats*, London, 1935
76. MALTHUS, T. R., *An Essay on the Principle of Population*, 6th ed., London, 1826
77. MARTIN, K., *French Liberal Thought in the Eighteenth Century*, London, 1954
78. MARTIN, T., *Faraday's Discovery of Electro-Magnetic Induction*, London, 1949
79. MARX, K., *Capital*, vol. I, London, 1946; vol. II, Chicago, 1885; vol. III, Chicago, 1909
80. MARX, K., *Selected Works*, vol. I, London, 1942

81. MARX, K., *Selected Works*, vol. II, London, 1942
82. MASON, S. F., *A History of the Sciences*, London, 1953
83. MAXWELL, C. (ed.), *The Scientific Papers of the Hon. H. Cavendish*, 2 vols., Cambridge, 1921
84. MEIKLEHAM, R. S., *Descriptive History of the Steam Engine*, London, 1824
85. MENSHUTKIN, B. N., *Russia's Lomonosov*, Oxford, 1952
86. MEYER, R. W., *Leibnitz and the Seventeenth-century Revolution*, Cambridge, 1952
87. MORIN, J. B., *Astrologia Gallica*, The Hague, 1661
88. MOURET, G., *Sadi Carnot et la Science de l'Énergie*, Paris, 1892
89. MURRAY, R. H., *Science and Scientists in the Nineteenth Century*, London, 1925
90. NASMYTH, J., *Autobiography*, London, 1883
91. NICOLLE, J., *Louis Pasteur: a Master of Scientific Enquiry*, London, 1961
92. POLHAMMER, C., *Patriotic Testament*, London, 1761
93. PRICE, D. J. DE S., *Little Science, Big Science*, New York, 1963
94. PRIESTLEY, J., *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*, 3 vols., London, 1775–7
95. PRIESTLEY, J., *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours*, London, 1772
96. PRIESTLEY, J., *The History and Present State of Electricity*, London, 1775
97. PRIESTLEY, J., *Memoirs*, London, 1806
98. RAISTRICK, A., *Dynasty of Iron Founders: The Darbys and Coalbrookdale*, London, 1953
99. RAMSAY, Sir W., *The Life and Letters of Joseph Black*, London, 1918
100. REYNOLDS, O., *Memoir of James Prescott Joule*, Manchester, 1892
101. RICARDO, D., *Principles of Political Economy and Taxation*, London, 1924
102. RUNES, D. D. (ed.), *The Diary and Sundry Observations of Thomas Alva Edison*, New York, 1948
103. SALUCES, M. DE LUR, *Lomonossof*, Paris, 1933
104. SAVERY, T., 'The Miners' Friend' (1702), *Supplement to the Series of Letters Patent, etc. (1617–1852)*, vol. I, London, 1858
105. SCHOFIELD, R. E., *The Lunar Society of Birmingham*, Oxford, 1963
106. SCHUBERT, H. R., *History of the British Iron and Steel Industry from c. 450 B.C. – A.D. 1775*, London, 1958
107. SCOTT, Sir S. H., *The Exemplary Mr Day*, London, 1935
108. SEGUIN, M., *De L'Influence des Chemins de Fers, etc.*, Paris, 1839
109. SHERRINGTON, Sir C. S., *The Integrative Action of the Nervous System*, Cambridge, 1947
110. SILK, L. S., *The Research Revolution*, New York, 1960
111. SIMON, J., *English Sanitary Institutions*, London, 1890
112. SMILES, A., *Samuel Smiles and His Surroundings*, London, 1956
113. SMILES, S., *Industrial Biography*, London, 1908
114. SMILES, S., *Lives of the Engineers*, 5 vols., London, 1904
115. SMILES, S., *Self Help*, London, 1950
116. SMITH, A., *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, 2nd ed., Edinburgh, 1846
117. SNOW, Sir C., *The Two Cultures and the Scientific Revolution*, Cambridge, 1959
118. SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE, *René-Just Haüy*, Paris, 1945
119. STRACHEY, J., *The End of Empire*, London, 1959
120. SWAN, Sir K. R., *Sir Joseph Swan*, London, 1946

121. TATON, R., 'The French Revolution and the Progress of Science', *Centaurus*, vol. 3, 1953
122. THOMAS, R. H., *Liberalism, Nationalism and the German Intellectuals 1822–47*, Cambridge, 1952
123. THOMPSON, S. P., *The Life of William Thomson*, 2 vols., London, 1910
124. THOMPSON, L. G., *Sidney Gilchrist Thomas*, London, 1940
125. THOMSON, Sir W., *Mathematical and Physical Papers*, vol. 5, Cambridge, 1911
126. THORPE, Sir T. E., *Joseph Priestley*, London, 1906
127. THURSTON, R. H., *A History of the Growth of the Steam Engine*, New York, 1939
128. TILLYARD, A. L., *A History of University Reform*, Cambridge, 1913
129. TOYNBEE, A., *Lectures on the Industrial Revolution in England*, London, 1844
130. TRENEER, A., *The Mercurial Chemist: a Life of Sir Humphry Davy*, London, 1963
131. TUGE, H., *Historical Development of Science and Technology in Japan*, Tokyo, 1961
132. UNITED NATIONS, *Science and Technology for Development*, 8 vols., New York, 1963–4
133. URE, A., *The Philosophy of Manufactures*, London, 1835
134. VALLERY-RADOT, R., *The Life of Pasteur*, London, 1920
135. VAVILOV, S. I., *Soviet Science: Thirty Years*, Moscow, 1948
136. WILKINSON, C. S., *Wake of the Bounty*, London, 1953
137. WOODWARD, E. L., *The Age of Reform: 1815–1870*, Oxford, 1938
138. WOOLF, L. S., *After the Deluge*, 3 vols., London, 1931–53

فهرست

الجزء (٥) العلم والصناعة

مقدمة الجزء ٥

الفصل ٨ : ما قبل الثورة الصناعية ونتائجها

الفصل ٩: تطور العلوم في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ٢٢٣